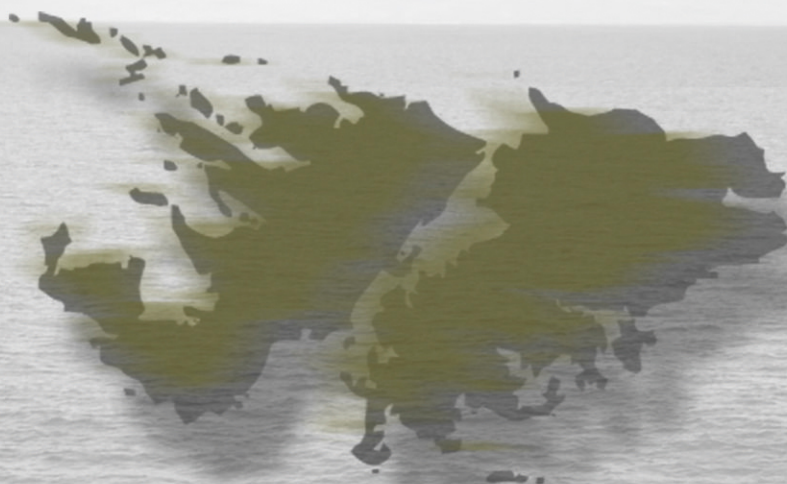


Universidad y soberanía

Estudios sobre la guerra y la posguerra
de Malvinas y Atlántico Sur



ARQUITECTURA Y URBANISMO - BELLAS ARTES - CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES - CIENCIAS ASTRONÓMICAS
Y GEOFÍSICAS - CIENCIAS ECONÓMICAS - CIENCIAS EXACTAS - CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES - CIENCIAS MÉDICAS
CIENCIAS NATURALES Y MUSEO - CIENCIAS VETERINARIAS - HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN - INFORMÁTICA
INGENIERÍA - ODONTOLOGÍA - PERIODISMO Y COMUNICACIÓN SOCIAL - PSICOLOGÍA - TRABAJO SOCIAL



historia

Universidad y soberanía

Estudios sobre la guerra y la posguerra
de Malvinas y Atlántico Sur

Universidad y soberanía

Estudios sobre la guerra y la posguerra
de Malvinas y Atlántico Sur



Universidad Nacional de La Plata

Universidad y soberanía: estudios sobre la guerra y la posguerra de Malvinas y Atlántico Sur; compilado por Carlos Giordano. -

1a ed. - La Plata: EDULP, 2015.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

ISBN 978-987-1985-76-0

1. Islas Malvinas. I. Giordano, Carlos, comp.

CDD 997.11024

Universidad y soberanía

Estudios sobre la guerra y la posguerra de Malvinas y Atlántico Sur

CARLOS J. GIORDANO (*compilador*)

Diseño y diagramación: Andrea López Osornio / Julieta Lloret



EDITORIAL DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA (EDULP)

47 N.º 380 / La Plata B1900AJP / Buenos Aires, Argentina

+54 221 427 3992 / 427 4898

edulp.editorial@gmail.com

www.editorial.unlp.edu.ar

Edulp integra la Red de Editoriales de las Universidades Nacionales (REUN)

Primera edición, 2015

ISBN N.º 978-987-1985-76-0

Queda hecho el depósito que marca la Ley 11723

© 2015 - Edulp

Impreso en Argentina

Índice

Proemio	11
<i>Carlos J. Giordano</i>	
La situación sanitaria en las Islas Malvinas	19
<i>Horacio L. Barragán y Santiago L. Barragán</i>	
Las Islas Malvinas: una extensión de los bosques subantárticos	35
<i>Susana E. Freire, María A. Migoya y Néstor D. Bayón</i>	
Invertebrados no insectos de las Islas Malvinas	53
<i>Cristina Damborenea</i>	
Guerra en las aulas. Cómo se enseña el conflicto de Malvinas en la escuela media	63
<i>Gonzalo de Amézola</i>	
Islas Malvinas, soberanía sudamericana y presencia británica en el Atlántico Sur	97
<i>Héctor A. Dupuy y Martín A. Morgante</i>	
Investigaciones ficológicas en Tierra del Fuego, aguas circundantes a Islas Malvinas y Antártida	127
<i>Martha E. Ferrario, José M. Guerrero, Gastón O. Almandoz, Adrián O. Cefarelli y Silvia E. Sala</i>	
Ictiofauna de las Islas Malvinas y Tierra del Fuego	175
<i>Mirta L. García y Hugo L. López</i>	

La Soberanía Alimentaria en el Mar Argentino	205
<i>Fernando Glenza</i>	
Enfermedades que afectan a la fauna Antártica y Subantártica	231
<i>Gerardo A. Leotta</i>	
Las aves marinas de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur	281
<i>Diego Montalti</i>	
La soberanía argentina sobre las Islas Malvinas, de ayer a hoy	301
<i>Claudio Panella</i>	
Entomofauna de las Islas Malvinas	321
<i>Paula Posadas y Juan J. Morrone</i>	
Estudios del Museo de La Plata sobre invertebrados fósiles de la región de Malvinas y Antártida (1952-2012)	335
<i>Alberto C. Riccardi</i>	
Sobre la presencia de la División Plantas Vasculares del Museo de La Plata en nuestras tierras australes	353
<i>Gisela Sancho y Laura Iharlegui</i>	
Las estrategias argentinas hacia Malvinas (1945-2012): negociaciones y guerra	365
<i>Alejandro Simonoff</i>	
Las soberanías de Argentina para América Latina	403
<i>Jorge L. Bernetti</i>	

Interacción estratégica y cooperación internacional para resolver el conflicto de Malvinas: un análisis desde la teoría de los juegos	433
<i>Martin Tetaz</i>	
Razones e intereses de una soberanía en disputa internacional y cultural	475
<i>Mario Volpe</i>	
Soberanía también es Narrar y Escuchar Malvinas. Información, educación, normas y oralidad	513
<i>Carlos Giordano, Susana Lino, Ana Laura Gratti, María Martha Castaño y Claudia Guidone</i>	
Postfacio	
Malvinas ¿Desde qué nosotros pensar Latinoamérica?	563
<i>Jerónimo Guerrero Iraola y Manuel Giordano</i>	
Los autores	577

Proemio

32 años de la guerra de Malvinas y 181 años de la acción inicial de usurpación del Reino Unido de la Gran Bretaña, con acciones bélicas intermitentes pero continuas desde entonces.

Sin embargo, la problemática de la soberanía integral argentina sobre los archipiélagos de las Islas Malvinas, Georgias, Sandwich, Orcadas, Shetland y el continente Antártico, precede a dichos conflictos puntuales tanto desde las preocupaciones individuales de los sujetos como las colectivas de las instituciones, así como los sucede con un creciente grado de complejidad a partir del último hecho bélico.

El hecho político de la guerra es parte integrante de un proceso al mismo tiempo dinámico y permanente; estático y episódico; provocativo y disgregador; polémico y aglutinador. Pero, por supuesto, la existencia de esos 74 días del '82 catalizan no solo la preocupación nacional e internacional, sino que problematizan y transforman los supuestos y las tradiciones con que se produjeron los análisis y se definieron las políticas soberanas reivindicativas y de reclamo sobre los derechos conculcados. No es menor, en estas preocupaciones, que las decisiones y acciones sucedidas entre el 2 de abril y el 14 de junio de 1982 hayan sido parte integrante de las políticas de la dictadura genocida comandada por los militares Videla, Massera, Agosti, Viola, Lambruschini, Graffigna, Galtieri, Anaya y Lami Dozo; los economistas Martínez de Hoz, Sigaut y Cavallo; los monseñores Laghi, Aramburu, Primatesta y Plaza; los ruralistas Pereda, Pirán y Gutiérrez; los banqueros Ocampo, Berisso y Zorraquín, entre otros, donde el terro-

rismo de Estado estuvo fundado, pergeñado y sostenido por planes sistemáticos de desapariciones, exterminio, saqueos, violaciones, secuestros y cientos de delitos conexos, con las intenciones reconocidas de destruir las iniciativas productivas nacionales, desmembrar a las organizaciones sociales y políticas, profundizar la concentración de la riqueza y extender la pobreza estructural de los sectores populares, de trabajadores, de pequeños y medianos productores...

Esta paradoja aún hoy preocupa y problematiza gravemente el análisis. Las distinciones entre razones de Estado y Nación con aquellas de las gubernamentales de entonces, todavía enturbian las aguas de la claridad histórica y las decisiones estructurales con que debemos atender una cuestión que excede la transitoriedad episódica de 1982, y llega hasta el futuro, como pronto veremos, en las páginas complejas, vivas, vitales, preciosas en su belleza y en su originalidad, que componen este libro polifónico.

Muchas instituciones y sujetos históricos han aportado reflexiones parciales, primarias, iniciáticas, fundantes o exploratorias desde sus núcleos de coincidencias, intereses, deseos o necesidades.

Cualquier intento de síntesis u ordenamiento desmerecería la heterogeneidad de dichos aportes, al mismo tiempo que solo conformaría una Babel con su inevitable final disociativo. Sin embargo, en nuestra Universidad Nacional de La Plata (UNLP) existe una acción liminar (como en tantos otros temas y circunstancias históricas) que se ha constituido en una referencia ineludible de la inmensa mayoría de las producciones analíticas, propositivas u operativas sobre la problemática: el “Estudio completo sobre la Soberanía Argentina en el archipiélago de las Malvinas y en el continente Antártico”, formulado por el interventor de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales, doctor Julio M. Laffitte, y presentado al interventor de la UNLP, doctor Carlos I. Rivas, el 13 de marzo de 1948, que dio lugar a cursos “extraordinarios” de investigación y, posteriormente, a un libro que contuvo las síntesis de los mejores aportes surgidos en el desarrollo. Este fue publicado el 3 de septiembre de 1951 durante el período re-

gular del rector doctor Luis Irigoyen y del vicerrector doctor Pedro Guillermo Paternosto.

Este libro, aquellos cursos, al decir y citar de muchos autores posteriores, pasados y contemporáneos, fue el pilar académico y científico de las más variadas intervenciones en foros pertinentes del reclamo nacional sobre esos derechos soberanos conculcados.

El Estudio se planteó sobre los siguientes temas:

1. aspectos geológico, geográfico y económico;
2. aspecto histórico;
3. los actos y elementos de posesión legítima;
4. el problema frente a los principios del derecho;
5. el problema en las negociaciones internacionales;
6. la justificación de la soberanía argentina.

Y dio como resultado los siguientes artículos:

- “Geología y geografía de las Islas Malvinas”, del Dr. Agustín E. Riggi;
- “Geología y riquezas minerales de la Antártida Argentina”, del Dr. Pascual Sgroso;
- “Biología continental y oceánica de la Antártida”, del Dr. Emiliano P. Mac Donagh;
- “La soberanía de Castilla en las Islas Malvinas”, del Dr. Roberto H. Marfany;
- “La continuidad histórica de la soberanía argentina en las Malvinas”, del Dr. Enrique M. Barba;
- “El problema de las Islas Malvinas en su significación jurídica, histórica y diplomática”, del Dr. Camilo Barcia Trelles;
- “Estudios y trabajos oceanográficos en la Antártida”, del capitán de fragata (R) Guillermo O. Wallbrecher;
- “Negociaciones diplomáticas sobre las Malvinas”, del Dr. Jorge Cabral Texo;
- “La soberanía de la República Argentina en las Malvinas ante el Derecho Internacional”, del Dr. César Díaz Cisneros;

- “La soberanía argentina sobre la Antártida”, del Dr. Arturo Enrique Sampay y
- “Justificación de la soberanía argentina (Malvinas y Antártida)”, del Dr. Faustino J. Legón.

Como es evidente de la lectura sumaria de los planteos y los resultados, la convocatoria fue multidisciplinaria para, ya en aquel entonces, intentar dar cuenta de la complejidad de las partes desde las que se puede intervenir para abordar el tema y el problema más relevante de nuestra historia moderna como Nación en el contexto internacional.

589 páginas, elegantes en su grafía y potentes en sus datos científicos y analíticos, asumieron una representatividad que nos llegó merituada por investigadores extranjeros casi exclusivamente: en los más importantes estudios sobre aves, mamíferos, relieves orográficos y antecedentes históricos sobre el Atlántico Sur, se lo incluye entre las referencias principales.

La potencia de las afirmaciones, la seriedad de las vinculaciones, lo fundado de cada construcción analítica, el compromiso intelectual y ético de su ocasión, lo instalaron como la referencia ineludible, integral e integradora, al hablar de Soberanía en el Atlántico Sur para decirlo en forma global y genérica.

Aquel libro, alojaba/aloja una doble incomodidad: la primera y más evidente, es la que lo compone desde su propio título *Soberanía Argentina en el Archipiélago de las Malvinas y en la Antártida*, ya que lo de la soberanía argentina no ha sido ni es una afirmación unánime ni siquiera para los connacionales¹ –aunque sean expresiones mino-

1 Con la oportunidad de la conmemoración de los treinta años del fin de la guerra de Malvinas, intelectuales como Beatriz Sarlo, Juan José Sebreli, Santiago Kovadloff, Rafael Filippelli, Emilio de Ipola, Vicente Palermo, Marcos Novaro y Eduardo Antón; periodistas como Jorge Lanata, Gustavo Noriega, Martín Caparrós y José “Pepe” Eliashev; historiadores como Luis Alberto Romero e Hilda Sabato; constitucionalistas como Daniel Sabsay, Roberto Gargarella y José Miguel Onaíndia, hicieron conocer su opinión coincidente con la del primer ministro británico David Cameron de que la soberanía no debía ser una categoría habilitante para la solución del conflicto sino que

ritarias frente a la inmensa mayoría de una opinión pública que no se expresa en lo cotidiano pero que es evidente y contundente– y, por supuesto, es coincidentemente rechazada por el Reino Unido de la Gran Bretaña; la segunda, la constituyen los “saludos” del entonces “Excmo. Señor Presidente de la Nación, General Juan Perón, y su dignísima señora esposa, doña Eva Perón” (sic) y del entonces Gobernador de la provincia de Buenos Aires, Cnel. Domingo Mercante, que precedían el texto del libro en cuestión y fueron sistemáticamente arrancados de la inmensa mayoría de las copias de libros circulantes a las que accedí.

Quizás, solo digo quizás, estas dos incomodidades hayan confluído para quitarle a aquel “Estudio...” una centralidad que fue recuperada por investigadores en el extranjero (por interés, tal vez, aquel libro ha sido sostenidamente citado e incluido en todas las referencias científicas de académicos británicos, por ejemplo) y sobre los cuales la “valentía arrancadora de páginas de saludo” no ejerció ningún valor de autenticación.

La idea de esta referencia a lo liminar de aquel libro atiende, por supuesto, a la oportunidad para volver a pasar por el corazón científico y académico a la Soberanía Argentina sobre el Atlántico Sur, sus islas y el sector Antártico, pero también rescata este elemento liminar de la doble incomodidad descripta: que recordemos los fundamentos sincrónicos y diacrónicos en que sustentamos nacional y científicamente nuestros reclamos; y la razón política, moral, de enfocar las prácticas y saberes del conocimiento sobre el más acabado desafío que tenemos como Nación sudamericana, país soberano, Estado federal, Universidad pública, ciudadanos investigadores, trabajadores científicos, militantes de las razones y las pasiones transformadoras: un sentido independentista, una voluntad soberana y un destino socialmente justo.

* * *

debía preguntarse a los propios isleños sobre sus deseos y en base a estos, determinar la “propiedad” nacional de las Islas y sus recursos. El derecho de autodeterminación de los isleños es el argumento para rechazar el reclamo argentino de soberanía.

El libro que hoy presentamos partió de la idea de replicar aquella iniciativa, atendiendo a la necesaria actualización histórica, pero también al quiebre estructural sucedido por la acción de 1982 y el nuevo paradigma en desarrollo que no ha sido suficientemente analizado en todo este tiempo de la posguerra.

La Universidad Nacional de La Plata tiene en desarrollo activo más de 150 Unidades de Investigación y Desarrollo distribuidas en 17 Facultades, donde se desempeñan más de 4.000 investigadores que, en su vastedad analítica y en los alcances temáticos, aportan actualidad, novedad, profundidad, claridad, calidad y pertinencia a muchos debates disciplinarios, epistemológicos, culturales, experimentales. Asimismo, se vincula con sectores sociales, culturales, étnicos, gremiales, políticos, religiosos, místicos, reivindicatorios, a través de Cátedras de enseñanza Libre, Proyectos de Extensión y Voluntariado u órganos colegiados que, desde sus respectivas especificidades, producen conocimiento, prácticas y saberes que ameritan su recuperación valorándolos con precisión y estima.

Para operativizar la propuesta, el 16 de septiembre de 2011, produjimos una convocatoria abierta a investigadores, extensionistas, docentes, funcionarios, estudiantes (de grado y posgrado) y expertos de organizaciones específicas de lo temático. Casi tres años después, hemos podido concluir un proceso institucional laborioso, comprometido desde los autores, vital en el diálogo histórico y epistemológico, eficaz e injustamente insuficiente desde las representaciones de lo que el tema sugiere, demanda y desafía.

Este es el resultado. Un rompecabezas... metodológicamente un rompecabezas.

Así como en la famosa novela, Julio Cortázar nos proponía hacer su *Rayuela* con tres recorridos posibles, la lectura de estos “Estudios...” puede hacerse –a distinción de la lectura lineal tradicional–, también, como el armado de un rompecabezas. Integrando piezas, desde un inicio azaroso, buscándole las complementariedades a cada unidad, pero con la advertencia que el sentido final, total, solo se

alcanza leyendo hasta el último punto, incluyendo las páginas que alguien arranque en el futuro, aceptando la polifonía y las discusiones, admirando las incoherencias, asumiendo que siempre estaremos frente a una obra inconclusa porque inconclusos estarán la historia, la fauna, la memoria, las algas, el petróleo, las educaciones, la solidaridad, el hambre, los sedimentos, los biomas, las estimaciones prospectivas, los derechos y todas las demás sustantividades mientras el “rompecabezas” siga siendo aquel juego macabro en donde hasta una guerra avalada social y masivamente fue posible.

* * *

Por fin, nos queda una tarea indispensable para que este esfuerzo colectivo no corra el riesgo de algún pacto de olvido (es que el olvido social, dicen los que saben, solo es posible si la sociedad lo pacta y cumple): la UNLP debe construir un continuum institucional con los Estudios de actualización académica y científica de las razones soberanas de la República Argentina sobre las Islas Malvinas, la Antártida e Islas del Atlántico Sur, más allá de circunstancias nostálgicas o de oportunidad efeméride socio-histórica, integrando los saberes que se generan en múltiples espacios académicos pero que no han logrado dialogar, aun sin disputas evidentes.

En cada conmemoración por cualquier episodio vinculado con los hechos que hicieron y hacen a la conculcación de los derechos soberanos argentinos por Malvinas, Islas del Atlántico Sur y la porción Antártica, las voces se multiplican; editan y reeditan discursos sobre textos e ideas marchitas (valga la polisemia que refiere a lo caduco y a los tonos marciales de las canciones patrioterías). En esta ocasión recordamos la pasión crítica, la voluntad transformadora, la creación intelectual, la capacidad indagatoria de aquellos que fuimos hace más de medio siglo, siendo estos que hoy nos enorgullecemos por reafirmar la Soberanía Argentina integral sobre los archipiélagos de las Islas Malvinas, Georgias, Sandwich, Orcadas, Shetland y el sector

del continente Antártico, mediante el producto de nuestras voluntades científicas y académicas más genuinas, más comprometidas con nuestra Nación, nuestro país, nuestro Estado, nuestra Universidad Nacional Pública.

CARLOS J. GIORDANO

La Plata, 2 de abril de 2014

Investigaciones ficológicas en Tierra del Fuego, aguas circundantes a Islas Malvinas y Antártida

*Martha E. Ferrario, José M. Guerrero, Gastón O. Almandoz,
Adrián O. Cefarelli y Silvia E. Sala*

En este apartado se resumen los estudios ficológicos desarrollados por investigadores de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP), desde el año 1950 hasta la actualidad, considerando los resultados más relevantes provenientes de ambientes marinos y dulce-acuícolas de Tierra del Fuego, Antártida y aguas circundantes a las Islas Malvinas.

Estos resultados han sido generados a partir de proyectos multidisciplinarios nacionales e internacionales, la mayoría de ellos desarrollados a través de convenios, acuerdos y/o colaboraciones establecidos entre la Facultad de Ciencias Naturales y Museo (FCNyM) de la Universidad Nacional de La Plata y diversas instituciones participantes. Entre ellas, caben mencionarse la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego, Antártida e Islas del Atlántico Sur; el Servicio de Hidrografía Naval (SHN); el Centro Austral de Investigaciones Científicas (CADIC) del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET); el Centro de Investigaciones de Biología

Marina del Instituto Nacional de Tecnología Industrial (CIBIMA-IN-TI); la Dirección Nacional del Antártico/Instituto Antártico Argentino (DNA/IAA); el Centro Nacional Patagónico (CENPAT); el Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la Universidad Autónoma de México (UNAM); el “Alfred Wegener Institut für Polar und Meeresforschung” (AWI-Alemania); el “Institut des Sciences de la Mer de Rimouski” (Quebec), Canadá y “Scripps Institution of Oceanography”, Universidad de California, San Diego, La Jolla, California (USA).

Las principales líneas de investigación desarrolladas responden al estudio de la biodiversidad, taxonomía y ecología de las microalgas. Otra temática de interés, confinada principalmente a la región de Tierra del Fuego, se relaciona con la ocurrencia de fenómenos naturales de Floraciones Algales Nocivas (FANs), clásicamente conocidos como *mareas rojas*, generados por especies de microalgas que tienen la capacidad de producir compuestos tóxicos o nocivos que impactan negativamente sobre el medio ambiente y la salud humana. Otro de los temas tratados se encuentra relacionado con el rol del océano como fuente o sumidero de CO₂, según la época del año y la zona que se considere, así como también con el análisis del impacto que los témpanos libres del pack de hielo pueden ejercer sobre el ecosistema pelágico adyacente. Finalmente, se incluyen los resultados vinculados con el estudio de los efectos del aumento de la radiación ultravioleta B (RUVB) sobre la comunidad planctónica.

Este apartado ha sido organizado en tres secciones. En la primera, se presenta una breve reseña de cada una de las regiones consideradas. Posteriormente, se ofrece una síntesis de los trabajos publicados –analizados por décadas–, incluyendo mapas e imágenes de las áreas de estudio y breves comentarios sobre el marco teórico de referencia para los principales proyectos y trabajos. Cabe destacar que de las investigaciones realizadas en la Antártida se considera la región comprendida entre los meridianos 74° O y 25° O, al sur del paralelo 60° S, incluyendo a las islas Orcadas y Shetland del Sur, sector reivindicado por la República Argentina.

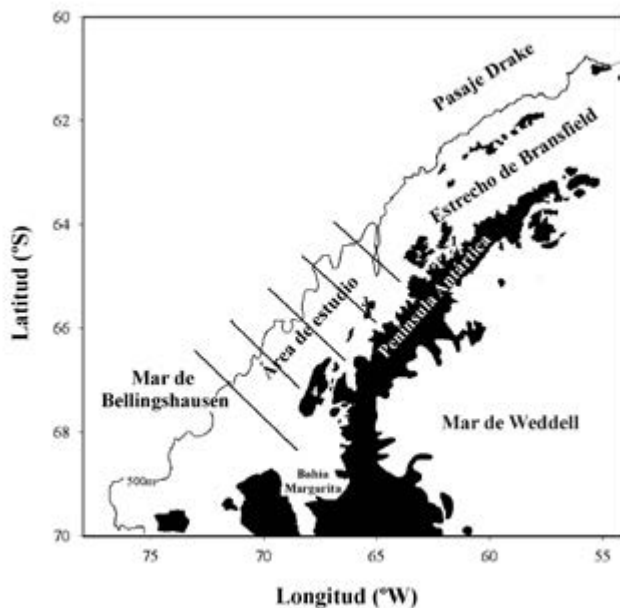


Figura 1. Área de estudio donde fue colectado el material estudiado por el Dr. Joaquín Frenguelli.

Por último, en la tercera parte se explicitan las consideraciones finales.

Breve caracterización y antecedentes de las áreas analizadas. Aguas circundantes a las Islas Malvinas y Tierra del Fuego.

El Mar Argentino se distingue a nivel mundial por su elevada productividad primaria y vasto potencial pesquero. Su plataforma continental constituye una de las más extensas del mundo y tiene como principal fuente la masa de agua subantártica que fluye desde el norte del Pasaje de Drake a través de la Corriente del Cabo de Hornos,

entre la costa Atlántica y las Islas Malvinas, y la Corriente de Malvinas, sobre el borde oriental de la plataforma (Guerrero y Piola, 1997; Bianchi *et al.*, 2005). Diversos estudios han demostrado que la distribución de la biomasa fitoplanctónica presenta una importante variabilidad espacio-temporal, en gran parte relacionada con el ciclo estacional de formación y ruptura de la estratificación de la columna de agua, así como también con la presencia de zonas frontales, tales como el frente de marea de la Península de Valdés, la zona estuarina fría de Bahía Grande y el frente del talud continental (Acha *et al.*, 2004; Rivas *et al.*, 2006; Romero *et al.*, 2006).

Las Islas Malvinas, circundadas por aguas del Atlántico sudoccidental, han sido reconocidas por la importancia de su biodiversidad y existe una copiosa bibliografía de sus especies y hábitats; especialmente sobre aves y plantas superiores (Diamond, 1974). Trabajos recientes (Flower, 2005), basados en muestreos realizados en numerosos ambientes dulceacuícolas de este archipiélago que dan a conocer los primeros resultados sobre microalgas relacionadas con el grupo de las diatomeas.

El territorio de la isla de Tierra del Fuego, limitado al norte por el estrecho de Magallanes y al sur por el Canal Beagle, abarca hacia el Este grandes extensiones de costa sobre el Océano Atlántico. Previamente al período aquí analizado, el archipiélago de Tierra del Fuego fue objeto de numerosas expediciones científicas durante el siglo XIX y la primera mitad del XX, algunas de las cuales contribuyeron a un primer conocimiento de la flora algal de esta región, especialmente del grupo de las diatomeas de ambientes marinos y agua dulce (Frenquelli, 1923, 1924). Sin embargo, en contraste con el conocimiento disponible sobre la distribución de biomasa fitoplanctónica en el Mar Argentino, la información que existe para la zona de Tierra del Fuego acerca de la diversidad, estructura y dinámica espacio-temporal del fitoplancton es escasa. Más limitada aún es la información acerca de los aspectos florísticos y ecológicos de las comunidades microalgales bentónicas.

Región Antártica

El Océano Antártico rodea por completo al continente Antártico, formando un anillo en el que la circulación de las masas de agua es circumpolar y prácticamente ininterrumpida. La convergencia Antártica o Frente Polar es el límite oceanográfico de este y determina que el ecosistema marino se encuentre relativamente aislado, presentando una distribución circumpolar de la mayoría de las especies.

Se reconoce que dos motivos principales incidieron en el inicio de las actividades en el Océano Antártico: económico y científico (Ferrario, 1990a). Por un lado, el establecimiento de la explotación comercial ballenera, pesquera y del krill (*Euphausia superba*) que demandó la necesidad de comprender el funcionamiento del ecosistema marino y, por otro, el advenimiento de procesos de cambio climático global a causa del incremento de la emisión antrópica de CO₂ a la atmósfera, así como también la postulación que este fenómeno podría ser amortiguado en parte por el océano austral.

Las investigaciones biológicas en la región antártica comienzan en el siglo XIX (Hooker, 1847). En la actualidad, la mayoría de los trabajos se encuentra orientada hacia estudios ecológicos y de distribución del microfitoplancton (El-Sayed y Weber, 1982; Schloss, 1997; Schloss *et al.*, 1997; Garibotti, 2003; Almandoz, 2008), siendo poco conocida la filiación taxonómica de algunos grupos fitoplanctónicos; principalmente los organismos cocales y flagelados de la fracción del picoplancton, así como los bentónicos (tanto de ambientes marinos como continentales).

Debido a la elevada concentración de nutrientes que caracteriza a la región antártica, en los primeros estudios se especuló con que sus aguas eran muy productivas, con picos de abundancia y dominancia de diatomeas de gran tamaño, además de una cadena alimentaria corta y eficiente, compuesta por microfitoplancton, krill y consumidores secundarios (entre otros, Priddle *et al.*, 1992). Sin embargo, actualmente se sabe que esta visión es simplista y que el fitoplancton

antártico es muy diverso en su estructura, con una cadena alimentaria más compleja, interacciones entre bacterias, picofitoplancton y nanofitoplancton, así como con los niveles tróficos superiores incluyendo al micro, meso y macrozooplancton (Azam *et al.*, 1983; Mitchell y Holm-Hansen, 1991; Fenchel, 2008). Además, se ha demostrado que la alta biomasa fitoplanctónica está asociada principalmente con zonas frontales y el borde de hielo (entre otros, Thomas *et al.*, 2004; Garibotti *et al.*, 2005a; Vernet *et al.*, 2008).

Síntesis de las investigaciones ficológicas más relevantes en Islas Malvinas, Tierra del Fuego y Antártida.

Década del 50

Entre los trabajos ficológicos efectuados en ambientes dulceacuícolas de Tierra del Fuego a partir de 1950, se destacan las investigaciones realizadas por el Dr. Joaquín Frenguelli en la turbera del Río de la Misión, Río Grande. Primeramente, se analizaron muestras extraídas a lo largo de un perfil vertical realizado en el espesor de una cuenca ocupada en el presente por una turbera. Para cada una de las muestras se describieron las características del sedimento, se enumeraron los componentes microscópicos de origen silíceo y se elaboró una lista de los *taxa de diatomeas*. Esta información permitió realizar una descripción detallada de las diferentes fases de evolución de la cuenca en la que se formó la turbera (Frenguelli, 1951). En un segundo estudio realizado en la misma turbera, los análisis de características similares a los ya mencionados, permitieron llevar a cabo una reconstrucción más detallada del desarrollo de la cuenca y describir *taxa de diatomeas* y otras algas silíceas, incluyéndose dentro de estas últimas a cinco especies y cuatro variedades nuevas para la ciencia: *Caloneis aueri*, *C. fuegiana*, *Navicula pannosa*, *N. bellatii*, *Achnanthes acuta*, *Vanheurckia interposita* var. *linearis*, *V. interposita* var. *lanceolata*, *C. aueri* var. *macra* y *Achnanthes exigua* var. *undulata*

(Frenguelli, 1953). Estos trabajos resultan pioneros en el campo de la paleolimnología en Argentina, dado el uso de las diatomeas en la reconstrucción de las condiciones ambientales pasadas.

De las investigaciones realizadas en los '50 en áreas antárticas comprendidas entre los meridianos 74° O y 25° O, al sur del paralelo 60° S, cabe resaltar la obra de Joaquín Frenguelli, investigador que contribuyó no solo al conocimiento de las diatomeas de esta región, sino también al de los silicoflagelados. En Frenguelli y Orlando (1958) se dan a conocer los resultados de los análisis de las muestras recolectadas durante cuatro campañas de verano realizadas entre 1949 y 1956, principalmente en las islas Orcadas del Sur, 25 de Mayo (caleta Potter) y Decepción, el archipiélago Melchior, el estrecho de Gerlache, la Bahía Margarita, el Pasaje de Drake y los mares de Bellingshausen y La Flota (Figura 1). Las muestras se obtuvieron de diatomeas presentes en el plancton de superficie y profundidad, epilíticas de rocas costeras y las pingüíneras, epífitas sobre macroalgas, así también como las provenientes de las filtraciones del agua de deshielo y agua de refrigeración de los motores de las embarcaciones.

Como resultado del análisis de estos muestreos se determinaron 293 taxa de diatomeas, de los cuales 71 corresponden a formas de agua dulce, 222 a formas marinas, mientras 29 resultaron nuevos para la ciencia. Además de diatomeas se determinaron dos especies de silicoflagelados (una de ellas nueva) y siete formas de estomatocistos de crisofíceas (mencionadas como especies de crisostomatáceas), de las cuales tres resultaron nuevas para la ciencia. Los 150 preparados microscópicos permanentes resultantes de esta investigación actualmente integran la "Colección de Diatomeas, Dr. Joaquín Frenguelli", depositada en el Herbario (LPC) de la División Ficología Dr. Sebastián Guarrera del Museo de La Plata. Por la jerarquía que reviste esta colección, y dada la revalorización que se le ha dado en estos últimos años a los registros históricos y utilidad de las colecciones, actualmente se está confeccionando un catálogo (Ferrario *et al.*, en preparación), que incluye los taxa de diatomeas antárticas erigidos por Frenguelli y Orlando (1958).

Décadas del 60 y 70

A mediados de los '60, el ficólogo Dr. Oscar Kuhnemann propició el desarrollo del proyecto “Flora Criptogámica de Tierra del Fuego”, que contó con el auspicio y la financiación del CONICET, República Argentina, y en el que participaron numerosos ficólogos, micólogos y briólogos, tanto argentinos como extranjeros (Gamundí y Amos, 2007). A partir del año 1975, en el que comienzan a publicarse los primeros resultados, y hasta su finalización en el año 1998, la dirección del proyecto estuvo a cargo de los doctores Sebastián A. Guarrera, Irma Gamundí de Amos y Celina M. Matteri. El Dr. Guarrera, en ese momento jefe de la División Ficología, impulsó la participación de distintos investigadores para cubrir los aspectos de este proyecto relacionados con las algas. En este contexto se realizaron numerosas excursiones en el interior de la Isla Grande de Tierra del Fuego (Figura 2), las que tuvieron la colaboración del CIBIMA-INTI y del CADIC-CONICET. La mayoría de las muestras de microalgas de agua dulce analizadas como parte de este proyecto fueron depositadas en el Herbario (LPC) de la División Ficología Dr. Sebastián Guarrera del Museo de La Plata.

Los primeros resultados de los estudios de la ficoflora de Tierra del Fuego comenzaron a darse a conocer durante la década del 70 a través de diferentes publicaciones, la mayor parte de ellas dedicadas al relevamiento de las microalgas presentes en diferentes ambientes continentales de Argentina (Guarrera y Tell, 1970; García de Emiliani *et al.*, 1976; Guarrera y Ferrario, 1978; Tell, 1973a, b, 1975a, 1979a, b; Tell y Guarrera, 1979). Los resultados más relevantes de estos trabajos pueden resumirse en la descripción de nuevos taxa para la ciencia: una especie de Xanthophyceae (*Peroniella bourrellyi*) y una variedad de Chlorophyceae (*Vitreochlamys lefevrei* var. *minor*), así como el hallazgo de 37 taxa específicos e infraespecíficos citados por primera vez en el país.

En este mismo período, con las publicaciones de Tell (1975b) y Tell y Mosto (1976) acerca del grupo de las Chlorophyta, se reali-

zan las primeras contribuciones dedicadas específicamente al relevamiento florístico de este grupo de algas en Tierra del Fuego. En ellas se describen e ilustran unos 30 taxa específicos e infraespecíficos, de los cuales veinte son nuevos registros para Argentina.

Estas contribuciones no solo son relevantes por el conocimiento de la ficoflora de la región sino porque, junto a unos pocos trabajos desarrollados en otras regiones del país, constituyeron los primeros relevamientos florísticos de las microalgas no silíceas de Argentina.

Década del 80

Durante esta etapa se continuó con la publicación de trabajos que contribuyeron a ampliar el conocimiento de la ficoflora de agua dulce de Tierra del Fuego. Se trató de publicaciones basadas tanto en muestras colectadas en su totalidad en Tierra del Fuego (Tell y Vélez, 1982), como otras basadas además en colectas realizadas en diversas regiones de Argentina (Tell, 1981; Ferrario *et al.*, 1982). Consideradas en forma conjunta, en estas publicaciones se dieron a conocer 47 taxa pertenecientes a distintos grupos algales, de los cuales una variedad de Chlorophyceae (*Didimocystis inconspicua* var. *minor*) y una de diatomea (*Cymbella cistula* var. *guarrerae*) resultaron nuevas para la ciencia, en tanto que 21 taxa constituyeron nuevos registros para el país.

Por otro lado, en el marco del proyecto “Flora Criptogámica de Tierra del Fuego”, comenzaron a publicarse los primeros fascículos organizados por grupos taxonómicos. Tell y Mosto (1982) estuvieron a cargo del fascículo correspondiente al Orden Chlorococcales de las Chlorophyceae, en el que se describen e ilustran 106 especies y taxa infraespecíficos, distribuidos en 35 géneros y 10 familias. De ellos, gran parte se registraron por primera vez para Argentina.

Hacia mediados de esta década, Guarrera (1986) publica el fascículo dedicado al Orden Chroococcales de las Cyanophyta, en el que

describen e ilustran 49 taxa, distribuidos en 16 géneros, de los cuales una variedad (*Merismopedia tenuissima* var. *polyedricum*) resultó nueva para la ciencia.

Por otro lado, en ambientes principalmente marinos de Antártida y como parte de los Proyectos realizados en colaboración con la DNA/IAA, durante los '80 y la actualidad, fue posible analizar una extensa región geográfica e incrementar el conocimiento sobre aquellas especies de diatomeas que por su ecología, características taxonómicas y distribución geográfica tienen un interés particular para el área.

En este contexto se llevaron a cabo diferentes tipos de investigaciones. Entre estas puede mencionarse el estudio de la sistemática y autoecología de *Coscinodiscus asteromphalus*, a partir de un clon aislado en la Bahía Paraíso, Base Argentina Almirante Brown (64° 53'S, 62° 53'O). Los resultados de las experiencias de cultivo permitieron establecer que esta especie tolera temperaturas mínimas de hasta 1,5°C, lo cual limita su crecimiento durante los períodos fríos invernales (Ferreyra y Ferrario, 1983a).

Para esta misma región, y en base a un muestreo anual, se analizaron especies del género *Rhizosolenia* (actualmente incluidas en *Proboscia*), que si bien tiene una amplia distribución, presenta su mayor diversidad en aguas polares. El estudio realizado con microscopía de luz y electrónica de transmisión y barrido permitió determinar la presencia de una marcada variación morfológica estacional que, según los criterios tradicionales, eran consideradas poblaciones de diferentes taxa tales como *Rhizosolenia alata*, *R. inermis* y sus respectivas subespecies (Ferreyra y Ferrario, 1983b; Ferrario, 1993).

Otras investigaciones basadas en muestreos, no solo de áreas antárticas sino también de ambientes dulceacuícolas y marinos de Tierra del Fuego, permitieron documentar siete géneros, ocho especies y dos variedades de diatomeas de los Ordenes Centrales y Pennales, caracterizados por presentar estructuras anómalas o un marcado polimorfismo (Ferrario y Ferreyra, 1983; Ferrario y Sar, 1988).

En Bahía Paraíso se desarrollaron investigaciones en base a material removido del alga roja *Plocamium coccineum*, así como de colonias de hidrozooos, que comprendieron el análisis con microscopía óptica y electrónica de barrido de dos especies del género *Trigonium* (*T. arcticum* y *T. formosum*). Las observaciones mostraron una serie de caracteres estructurales que aclaran las diferencias entre estas dos especies estrechamente relacionadas (Ferrario y Ferreyra, 1984).

Del análisis del fitoplancton proveniente de las colectas realizadas en áreas de las Islas Orcadas del Sur fue posible identificar 56 taxa de diatomeas, entre las cuales *Fragilariopsis cylindrus*, *F. pseudonana*, *F. curta*, y *Thalassiosira gracilis* fueron las especies más abundantes y mejor distribuidas. Suplementariamente como parte de este muestreo –y a fin de brindar una perspectiva general de la dinámica trófica de pequeños herbívoros– se analizó el contenido estomacal del krill. Los resultados indicaron la presencia de *F. cylindrus* y *F. curta*, esta última capturada en mayor número que *F. cylindrus*. Debido a que estas dos especies son morfológicamente similares, se sugirió que la selectividad observada estaría relacionada con diferencias en la eficiencia de captura vinculadas al tamaño de ambas especies (Ferrario y Ferreyra, 1987).

Por último, cabe destacar que dada la necesidad de disponer de una base de datos que compendie los taxa de diatomeas marinas, así como de ambientes salobres y estuarinos, registrados entre los 36° y 60° S (con especial referencia para el Mar Argentino), se publicó un catálogo que reúne dicha información (Ferrario y Galvan, 1989).

Década del 90

Durante esta década continuaron las contribuciones al conocimiento de las Cyanophyta de Tierra del Fuego. Guarrera y Echenique (1995) publicaron un trabajo sobre la Subclase Hormogonophycideae en el que se describen e ilustran 19 taxa (especies y variedades)

distribuidos en 8 géneros y 6 familias, que representaban nuevos registros para el país.

Hacia fines de este período también se publicó el fascículo de la Flora Criptogámica correspondiente a la Subclase Hormogonophycideae (Guarrera y Echenique, 1998), en el que se describieron e ilustraron 72 taxa, distribuidos en 19 géneros y 6 familias. Los géneros mejor representados en el área fueron *Anabeana* y *Oscillatoria*. En este trabajo se dieron a conocer 4 nuevas variedades: *A. echinospora* var. *yamana*, *A. oscillarioides* var. *mucosa*, *A. alatospora* var. *ona* y *O. princeps* var. *fuegiana*.

Las investigaciones para la región antártica estuvieron focalizadas en estudiar el fenómeno, varias veces señalado para el sur del Frente Polar Antártico, por el cual a pesar de las altas concentraciones de nutrientes en el lugar, la biomasa y la producción primaria del fitoplancton son bajas (zona denominada con la sigla HNLC, del inglés “High Nutrients Low Chlorophyll”). No obstante, datos históricos (El-Sayed, 1987) documentan fenómenos de floraciones microalgales masivas en áreas tales como las de los estrechos de Bismark, Gerlache y Bransfield. Sobre la base de estos antecedentes, se estableció el proyecto “Research on Antarctic Coastal Ecosystem Rate-RACER”, con un programa multidisciplinario financiado por la National Science Foundation de los Estados Unidos de Norteamérica (NSF), cuyo objetivo general fue analizar el mecanismo de formación y decaimiento de las floraciones en el ecosistema costero del oeste de la Península Antártica, comprendiendo las áreas del Estrecho de Gerlache y de Bahía Paraíso, ambas regiones caracterizadas por su alta biomasa y tasa de producción.

El análisis de las muestras cualitativas y cuantitativas recolectadas en la parte norte del Estrecho de Gerlache permitió establecer que la comunidad fitoplanctónica estuvo dominada por diatomeas, entre las que *Thalassiosira tumida* y *Corethron pennatum* (= *C. criophilum*) fueron las más frecuentes. Solo en unas pocas estaciones se registraron especies de diatomeas con distribución principalmente circum-

polar, tales como *Coscinodiscus boouvet*, *Porosira pseudodenticulata* y *Nitzschia stellata* (Ferrario, 1990b; Ferrario y Sar, 1992). Por otro lado, los resultados evidenciaron la presencia de diatomeas bentónicas de los géneros *Achnanthes* y *Cocconeis* en la zona de deshielo, como así también dinoflagelados de los géneros *Protoperidinium*, *Gymnodinium* y fitoflagelados tales como *Cryptomonas*, *Pyramimonas* y *Clamydomonas* (Ferrario, 1990b).

Si bien la formación de estados de resistencia en las diatomeas es un fenómeno común en el medio nerítico, los resultados del análisis de muestreos realizados en la Península Antártica permitieron reportar la presencia de esporos de resistencia del género *Chaetoceros* asociados con una capa de más de 200 metros de profundidad, caracterizada por altos valores de clorofila. El análisis realizado permitió identificar seis especies de *Chaetoceros* distribuidas comúnmente en aguas antárticas superficiales costeras. Los resultados indicaron que su hallazgo en profundidad podría interpretarse como la sedimentación de una población pelágica de “espera” o “siembra” que, ante condiciones propicias, poblará nuevamente las aguas superficiales (Ferrario *et al.*, 1998).

Por otro lado, considerando que las aguas antárticas en general presentan altas concentraciones de nutrientes (Mitchell y Holm-Hansen, 1991) y que los procesos de producción primaria están controlados en mayor medida por la disponibilidad de luz (Tilzer y Dubisky, 1987), durante este período se diseñó una experiencia de cultivo con *Corethron pennatum* bajo diferentes condiciones lumínicas. El objetivo fue analizar la respuesta de esta diatomea en términos de la tasa de duplicación, la que mostró una tendencia creciente en respuesta al incremento de la luminosidad. En este contexto, se planteó la hipótesis que las condiciones desfavorables inducen su crecimiento celular a fin de optimizar su eficiencia para la captación de la luz incidente (Ferreira *et al.*, 1993).

Finalmente como parte de las investigaciones de esta década, en base a material proveniente de la Isla 25 de Mayo, Caleta Potter, se

reportó por primera vez para la Antártida a *Navicula schefferae*, una especie de diatomea formadora de talos membranosos (Ferrario y Sar, 1990). Por otro lado, se realizó una contribución en la que se compendian los datos meteorológicos, físicos, químicos y biológicos de Bahía Paraíso (Gallo et al., 1994). Los resultados de los análisis cualitativos y cuantitativos del fitoplancton indicaron que los géneros dominantes durante los meses de muestreo (diciembre de 1992, enero y febrero de 1993), fueron *Pyramimonas*, *Cryptomonas*, *Chaetoceros*, *Corethron* y *Gymnodinium*.

De 2000-2010 a la actualidad

Las tareas de investigación sobre la ficoflora de agua dulce llevadas a cabo en esta década se desarrollaron a partir de los muestreos realizados en el marco del proyecto “Flora Criptogámica de Tierra del Fuego”, los cuales hicieron posible elaborar dos trabajos relacionados con las diatomeas: uno de índole taxonómica y otro de tipo florístico. En el primero de ellos, sobre la base de la variabilidad de los caracteres morfológicos y morfométricos observada en el material tipo y en materiales colectados posteriormente en Tierra del Fuego, Gorriti *et al.* (2000) realizaron un estudio acerca de la validez taxonómica de *Epithemia zebra* var. *elongata*. Posteriormente, en un segundo trabajo, Guerrero *et al.* (2001) dieron a conocer los taxa pertenecientes a las familias Epithemiaceae y Surirellaceae. En esta contribución se describieron e ilustraron 17 taxa, de los cuales uno (*Rhopalodia rupestris*) resultó nuevo registro para Argentina y cuatro (*Epithemia argus* var. *argus*, *Surirella ovalis*, *S. linearis* y *S. roba*) constituyeron nuevas citas para Tierra del Fuego. Estas producciones representan un salto cualitativo respecto de los exhaustivos estudios de Frenguelli, ya que en ellos se analizan por primera vez las diatomeas dulceacuícolas de la región con microscopía electrónica.

La finalización del proyecto “Flora Criptogámica de Tierra del Fuego” tuvo como consecuencia un decrecimiento en el número de

trabajos relacionados con aspectos florísticos de las algas de agua dulce llevados a cabo en esa región. Por el contrario, en este período se incrementó la cifra de proyectos dedicados al estudio de la taxonomía y ecología del fitoplancton marino, con énfasis en las diatomeas del Mar Argentino y de la región antártica.

Por otra parte Sar *et al.* (2009), compilaron en un catálogo los taxa de diatomeas erigidos por Frenguelli. En el mismo se incluyen las 5 especies y 23 variedades creadas a partir de materiales colectados en Tierra del Fuego y publicados por este autor entre 1923 y 1924.

Los avances en el conocimiento de la flora de ambientes marinos correspondientes a este período son el resultante de investigaciones realizadas en el marco de diferentes proyectos nacionales y extranjeros, desarrollados en áreas de Tierra del Fuego, Islas Malvinas y Antártida.

Es sabido que la región del talud y plataforma continental adyacente de la Patagonia Argentina sostiene una rica pesquería y es considerada una de las de mayor productividad del océano a nivel mundial aunque, paradójicamente, se halla entre las menos conocidas con respecto al fitoplancton. El descubrimiento de nuevas especies, y la extensión de la distribución geográfica para las ya conocidas, son un claro indicador del conocimiento limitado que existe sobre el tema, especialmente en lo referido a las fracciones más pequeñas del fitoplancton. En este contexto, se desarrolló el proyecto “Biodiversidad y dinámica estacional del fitoplancton en la Patagonia: el área del talud y la plataforma adyacente”, financiado por el Fondo para el Medio Ambiente (del inglés GEF), bajo la dirección de investigadores de la UNLP. El objetivo del mismo fue obtener información de campo en relación con diferentes aspectos del fitoplancton sobre una extensa área geográfica (38-55°S), que incluye aguas circundantes de Tierra del Fuego y de las Islas Malvinas (Figura 3).

Los resultados de este proyecto –obtenidos del análisis de muestras de primavera, otoño e invierno tardío– permitieron caracterizar la diversidad y evaluar la abundancia estacional de los organismos fotosintéticos de las fracciones del pico, nano y micro fitoplancton

que integran las comunidades del talud y plataforma adyacente. La microflora algal estuvo representada por diatomeas, dinoflagelados, silicoflagelados y diversos grupos de fitoflagelados. Se identificaron más de 150 especies, la mayoría diatomeas, entre las cuales muchas representaron nuevos registros para el Mar Argentino. En particular, cabe resaltar los resultados relacionados con especies de los géneros *Thalassiosira* y *Pseudo-nitzschia* que formaron floraciones en el área del talud con registros de concentración en primavera del orden de $1-4 \times 10^6$ cél/L (Ferrario *et al.*, 2006a; Akselman *et al.*, 2007). Entre las especies de *Thalassiosira*, que presentaron una amplia diversidad en la zona (Ferrario *et al.*, 2006b), se analizó particularmente a *T. bioculatus* var. *raripora*, una variedad no válidamente publicada, hasta ahora solo registrada en el Mar de Noruega y Mar del Norte (Paasche, 1960) y primera cita para el Hemisferio Sur y segunda a nivel mundial (Ferrario *et al.*, 2012a).

Otros resultados están referidos al género *Stephanopyxis*, frecuentemente mencionado para Argentina en listas generales de fitoplancton, pero hasta entonces analizado morfológicamente solo en forma parcial (*S. turris*) y con microscopia óptica (Frenguelli, 1928; Sar, 1996). En este sentido, Ferrario *et al.* (en prensa) presentan por primera vez información sobre la ultraestructura, distribución y abundancia de *S. nipponica* y *S. turris*, dos de las cuatro especies vivientes actualmente reconocidas para este género. *S. nipponica* se registró a lo largo del talud y áreas adyacentes a las Islas Malvinas, asociada con bajas temperaturas (4,8-7,1°C), lo que permitió corroborar que se trata de una especie de aguas frías. En contraste *S. turris* se observó principalmente en aguas de plataforma con temperaturas mayores (9,3-11,4°C).

El Proyecto Palmer-LTER (Long Term Ecological Research) es una iniciativa de carácter multidisciplinario de la NSF. Este comprende el estudio a largo plazo de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas marinos y terrestres del oeste de la Península Antártica (Figura 4) en relación al cambio climático. Dentro de esta temática se incluye el análisis de la composición y biomasa del fitoplancton, que

juega un papel crucial en los ecosistemas marinos, afectando al ciclo de nutrientes, la estructura y la eficiencia de las cadenas alimentarias, así como el flujo de partículas en aguas profundas (Smith y Sakshaug, 1990; Priddle *et al.*, 1992). La coparticipación en este proyecto de integrantes de la UNLP implicó el análisis de muestras provenientes de las colectas realizadas abordo del rompehielos oceanográfico *N. Palmer* (EE.UU.). Así fue posible describir los modelos de distribución espacial de la comunidad fitoplanctónica, su composición, abundancia celular y concentración de biomasa en relación con los parámetros físico-químicos del lugar. El fitoplancton se caracterizó por una baja biomasa en la mayor parte del área de muestreo y una dominancia de nanopláncteres (Ferrario *et al.*, 2005). Las muestras de verano indicaron que la comunidad estuvo integrada por dinoflagelados, diatomeas, formas cocales y fitoflagelados de las fracciones del micro, nano y picoplancton, siendo estas dos últimas las de mayor abundancia relativa (99%). Asimismo, se observó un gradiente en la distribución espacial de la abundancia fitoplanctónica, con un mayor número de células en aguas costeras y una disminución gradual hacia aguas abiertas (Garibotti *et al.*, 2003a; 2005b). Desde el punto de vista de la composición taxonómica diatomológica, se evidenció el predominio de unos pocos taxa. El género *Fragilariopsis* representó en promedio el 67% de la abundancia total de diatomeas, seguido por *Chaetoceros* (13%) y *Pseudo-nitzschia* (9%). Solo dos especies, *F. curta* y *C. neglectus*, fueron observadas formando floraciones con abundancias mayores a 10^6 cél/L. La dominancia del género *Fragilariopsis* y el florecimiento de varias de sus especies –principalmente de *F. cylindrus*, *F. curta* y *F. pseudonana*– parecen ser un fenómeno recurrente en el Mar de Weddell. Por otro lado, dentro del grupo de los fitoflagelados ($<5\mu\text{m}$), la primnesiofícea *Phaeocystis antarctica* presentó una elevada densidad y amplia distribución geográfica (Garibotti *et al.*, 2003b, 2005a).

El género *Fragilariopsis* se caracteriza por una buena preservación en los sedimentos marinos, por lo que generalmente es utilizado

en estudios paleo-oceanográficos a fin de estimar la productividad a distintas escalas temporales. Por la relevancia que reviste este taxón como componente del fitoplancton antártico, se lo analizó también en el marco de otros proyectos incluidos en este capítulo. De los numerosos muestreos llevados a cabo en áreas del Mar Argentino y Antártida, se observó que el género *Fragilariopsis* alcanzó su mayor diversidad y abundancia al sur del frente polar. En el Mar Argentino fue hallado en bajas densidades, mientras que en el Pasaje de Drake y en el Mar de Weddell presentó las mayores abundancias con valores promedio de $3,3 \times 10^4$ y $1,1 \times 10^5$ cél/L respectivamente, representando el 15,6 y 7,1% del total de diatomeas en cada una de estas áreas. Por otro lado, se obtuvo información ultraestructural inédita para gran parte de las especies observadas, contribuyendo a establecer cuáles son los caracteres morfológicos y morfométricos que permiten su delimitación. Se determinaron doce especies de *Fragilariopsis* (*F. curta*, *F. cylindrus*, *F. kerguelensis*, *F. nana*, *F. obliquecostata*, *F. peragallii*, *F. pseudonana*, *F. rhombica*, *F. ritscheri*, *F. separanda*, *F. sublinearis* y *F. vanheurckii*), de las cuales *F. peragallii* fue descrita por primera vez a través de microscopía electrónica y, *F. pseudonana*, resultó una nueva cita para el Mar Argentino (Cefarelli *et al.*, 2010).

Otro aspecto que se abordó en los trabajos llevados a cabo en la costa de la Península Antártica occidental (entre 64° y 68°S), estuvo relacionado con el análisis comparativo de la estructura de la comunidad fitoplanctónica mediante la aplicación de microscopía óptica y quimiotaxonomía, que incluyó la cuantificación de la concentración de clorofila *a* y distintos pigmentos carotenoides. El objetivo central fue comparar ambas técnicas a fin de evaluar la precisión de cada una de ellas. Los resultados demostraron que sendas metodologías pueden ser aplicadas satisfactoriamente en las estimaciones de la biomasa fitoplanctónica (Garibotti *et al.*, 2003b).

En la actualidad, otra temática en desarrollo está relacionada con el calentamiento global y su impacto sobre las regiones polares, que en los últimos años ha sido objeto de mucha discusión e inves-

tigación (Zwally *et al.*, 2002, 2005; Overpeck *et al.*, 2006). La desaparición de siete barreras de hielo a ambos lados de la Península Antártica y los actuales procesos de desintegración de estas masas de hielo, se han atribuido al calentamiento atmosférico (Vaughan y Doake, 1996; De Angelis y Skvarca, 2003). En consecuencia, existe un claro incremento de grandes témpanos de origen continental en los mares de Ross, Bellingshausen y Weddell (Bindshadler y Rignot, 2001; Ballantyne, 2002; Long *et al.*, 2002). El conocimiento sobre el impacto que los témpanos libres del pack de hielo pueden ejercer sobre el ecosistema pelágico adyacente es aún escaso. Un efecto positivo de los témpanos sobre el fitoplancton puede ser atribuido a la mezcla y enriquecimiento local de micronutrientes. Sobre esta problemática se generó el proyecto interdisciplinario aún en desarrollo denominado “Free-drifting icebergs as proliferating dispersion sites of iron enrichment, organic carbon production and export in the Southern Ocean”, financiado por la National Science Foundation. Su objetivo es estudiar el efecto de los témpanos sobre las características físicas, químicas y biológicas de la columna de agua en una zona considerada representativa del Océano Austral (Mar de Weddell) (Figura 5).

Para este complejo estudio se utilizó, entre otros, un vehículo operado a control remoto ROV-Phantom DS 2 que permitió obtener imágenes ópticas de la estructura física del hielo y de comunidades algales adheridas a los flancos del hielo sumergido (Smith *et al.*, 2007). En aguas aledañas, en uno de los témpanos estudiados, la comunidad planctónica estuvo numéricamente dominada por diatomeas, de las cuales *F. nana* fue el taxón más abundante, representando el 57 y 82% de la densidad fitoplanctónica total y de diatomeas, respectivamente. En comparación con un área establecida como control, la dilución por derretimiento de hielo, la disminución de la temperatura del agua y el pastoreo de zooplancton serían responsables de ciertas diferencias observadas en la composición y abundancia del fitoplancton (Cefarelli *et al.*, 2011; Vernet *et al.*, 2011).

En relación a observaciones realizadas sobre algas adheridas a los flancos de hielo sumergidos, se documentaron densas matas filamentosas de la diatomea *Thalassioneis signyensis*. Este género monoespecífico fue originalmente descrito solamente sobre la base de caracteres morfológicos de su valva (Round *et al.*, 1990). En esta oportunidad, el análisis de otros caracteres tales como tipo de hábito, estructura plastidial y ultraestructura del cingulo, hizo posible la enmienda del género y la especie (Ferrario *et al.*, 2012b). Por otro lado, análisis complementarios realizados sobre muestras de trampas de sedimento ubicadas debajo de los témpanos, revelaron un flujo de carbono orgánico mayor que los registrados en aguas abiertas (Smith *et al.*, 2011).

Otro de los temas tratados en este período es el rol desempeñado por el Océano como fuente o sumidero de CO₂, según la época del año y la zona que se considere. El balance entre ambos procesos está controlado por factores físicos, químicos y biológicos, siendo estos últimos determinados por la actividad de la *Bomba Biológica*, que contribuye a la fijación del carbono en aguas profundas por largos períodos de tiempo. El rol del fitoplancton es determinante en esta dinámica, debido a la fijación del CO₂ por fotosíntesis y su transformación en materia orgánica particulada, que es exportada hacia el fondo del océano. Este proceso influencia significativamente los ciclos biogeoquímicos y se considera que contribuye a amortiguar los efectos del calentamiento global ligado al efecto invernadero (Falkowski *et al.*, 1998). En base a esta problemática se desarrolló el proyecto ARGAU (French cooperation with ARGentina for the study of the AUstral Atlantic Ocean), realizado en colaboración entre la DNA/IAA, el Laboratorio de Biogeoquímica y Química Marinas de la Universidad Pierre y Marie Curie de París (LBCM, Francia) y el Servicio de Hidrografía Naval (SHN). El objetivo central fue estudiar la influencia de los procesos físicos, químicos y biológicos sobre los flujos de CO₂ entre la atmósfera y el océano en el Atlántico Sudoccidental y el Océano Antártico (Balestrini *et al.*, 2000). Los muestreos

se realizaron a bordo del rompehielos A.R.A. Almirante Irizar durante los períodos de verano-otoño, abarcando aquel comprendido entre 2000 y 2005 (Figura 6).

Uno de los resultados de un estudio destinado a evaluar el rol de la comunidad planctónica sobre los flujos de CO_2 entre la atmósfera y el océano, comprobó el rol preponderante de las diatomeas como responsables de la contribución biológica a dicho proceso. Este comportamiento pudo determinarse tanto para el Atlántico Sudoccidental, incluyendo la zona de la plataforma del Mar Argentino (Schloss *et al.*, 2007), como para la región oeste de la Península Antártica (Moreau *et al.*, 2012) y el Mar de Weddell (Moreau *et al.*, enviado). Dentro del marco del proyecto ARGAU se estudió también la concentración de clorofila *a* mediante estudios satelitales (Dogliottiet *al.*, 2009) y la dinámica de los nutrientes y su relación con los frentes de marea, como así también la distribución del fitoplancton para la región de la plataforma del Mar Argentino (Paparazzo *et al.*, 2010). Se pudo observar la influencia del comportamiento estacional de los frentes sobre la disponibilidad de los nutrientes para el fitoplancton, lo que indirectamente afecta a los flujos de CO_2 .

Por otro lado, se analizó la ultraestructura, abundancia y posibles relaciones taxonómicas de una especie de *Chaetoceros*, género de diatomeas señalado como nocivo, lo que permitió no solo dar información ultraestructural, sino también sinonimizar un taxón en ese momento recientemente creado (Ferrario *et al.*, 2004a). A su vez, se dieron a conocer características morfológicas y de distribución para nueve especies del género *Coscinodiscus*, presentes en muestreos principalmente realizados en aguas del Mar Argentino y la Antártida (Ferrario *et al.*, 2008).

El extenso muestreo oceanográfico realizado en el marco del proyecto ARGAU brindó también la posibilidad de tratar otros aspectos del fitoplancton relacionados con las FANs. Estos fenómenos estrictamente naturales y frecuentemente asociados a la presencia de áreas frontales, han sido registrados en diferentes partes del mundo con

impactos negativos en la salud y el medio ambiente. Ante esta problemática, distintas organizaciones internacionales como la Intergovernmental Oceanographic Commission-IOC-de la UNESCO y regionales –dentro de las cuales se incluye a Sudamérica (COI-FANSA, Floraciones Algas Nocivas Sudamérica)– contemplaron programas para coordinar actividades de la investigación científica, tendientes a comprender las causas que las producen y promover una eficiente gestión que mitigue sus efectos perjudiciales (Enevoldsen y Aguilera, 2002).

Las investigaciones vinculadas al tema FANs realizadas en el marco del proyecto ARGAU, brindaron la posibilidad de analizar en forma sinóptica la presencia del género *Pseudo-nitzschia* en el Océano Atlántico Austral y Sudoccidental. Este género, cuyas especies son de difícil identificación y en muchos casos requieren de la observación de rasgos ultraestructurales que solo pueden ser revelados con el empleo de microscopía electrónica, reviste un particular interés por ser el principal responsable de la producción de toxinas entre las diatomeas. En este sentido, unas 15 nuevas especies de *Pseudo-nitzschia* han sido descritas desde el año 2002 y, hasta el momento, 14 especies han sido confirmadas como productoras de ácido domoico (Lelong *et al.*, 2012).

Los estudios de *Pseudo-nitzschia* vinculados al proyecto ARGAU abarcaron aguas del Pasaje Drake (Ferrario *et al.*, 2004b; Ferrario y Licea, 2006) y el Mar de Weddell (Almandoz *et al.*, 2008a) en la región Antártica, así como una extensa zona (~38–55°S) en aguas de plataforma del Mar Argentino (Almandoz *et al.*, 2007). En todos ellos se analizaron, desde el punto de vista taxonómico, distintas especies de *Pseudo-nitzschia* identificadas mediante técnicas de microscopía óptica y electrónica.

Asimismo, se abordó el estudio de la distribución y abundancia de las distintas especies y su relación con los factores ambientales más conspicuos de cada región. Por ejemplo, la estacionalidad en la composición y abundancia del género en el Mar Argentino estuvo vinculada con la variabilidad de las condiciones físico-químicas re-

gistrada durante el verano y otoño. Entre los casos más notorios, se destacó la extensión hacia el sur de *P. pungens* y *P. australis* durante el verano y su posterior desplazamiento hacia el norte durante el otoño, en coincidencia con la presencia de aguas más cálidas y pobres en nutrientes. A su vez, el hallazgo de *P. heimii*, *P. lineola*, *P. turgidula* y *P. turgiduloides* –principalmente en la zona sur de la plataforma y durante el otoño– estuvo asociado al aporte de aguas frías y ricas en nutrientes. Las observaciones realizadas en el Mar de Weddell sugieren, por un lado, que la ocurrencia de los Frentes del Mar de Weddell y del Talud Antártico influye sobre la composición y abundancia de *Pseudo-nitzschia* en las tres zonas que delimitan. Por otro lado, y en sentido más amplio, indican que la variación interanual observada en la distribución general del fitoplancton –particularmente en la composición y abundancia de *Pseudo-nitzschia*– se relaciona con las distintas etapas de retroceso de la cubierta de hielo marino estacional encontradas durante los períodos de muestreo (Almandoz, 2008). Por último, cabe destacar que el análisis conjunto de los resultados obtenidos para estas tres grandes regiones (Mar Argentino, Pasaje Drake y Mar de Weddell) ha permitido esclarecer los patrones de distribución a gran escala de las distintas especies de *Pseudo-nitzschia* en el Océano Atlántico Austral y Sudoccidental (~38–78°S).

En la Argentina, el primer episodio de envenenamiento con muerte de personas sucedió en 1980 en el área frontal de Península Valdés (Chubut), y se debió a la presencia de una toxina producida por el dinoflagelado *Alexandrium tamarense* (Carreto *et al.*, 1985). Posteriormente, un número importante de otros eventos semejantes fueron ocurriendo. En la zona costera de la Patagonia, que comprende el litoral de las provincias de Río Negro, Chubut, Santa Cruz y Tierra del Fuego, Malvinas e Islas del Atlántico Sur, se registraron no solo un número indeterminado de intoxicaciones leves y graves sino también episodios con muertes de personas y animales asociados con especies de dinoflagelados (entre otros, Benavidez *et al.*, 1995; Gayoso y Ciocco, 2001; Gayoso *et al.*, 2002).

Para el área de Tierra del Fuego, Benavides et al. (1995) describen una floración del dinoflagelado *Alexandrium catenella* (máx. $8,2 \times 10^5$ cél/L) observada en Bahía Lapataia (Canal de Beagle) en enero de 1992, en la que se alcanzaron niveles de toxicidad en mejillones de hasta 127.200 µg de STX eq/100 g. Este episodio, en el que la concentración de toxinas representó un récord a nivel mundial, produjo un gran impacto social y económico en la región, además de causar varias muertes y numerosas intoxicaciones humanas y de organismos marinos (Carreto et al., 2008).

Posteriormente, también vinculado al fenómeno de FANs, a finales de 2005, la Secretaría de Desarrollo Sustentable y Ambiente de la Provincia de Tierra del Fuego implementó un programa de monitoreo en el Canal de Beagle que contempla la detección de ficotoxinas en mejillones y la presencia de algas nocivas en las áreas de cultivo, a fin de garantizar las condiciones sanitarias en la producción y/o comercialización de moluscos bivalvos. En este contexto surge el proyecto “Monitoreo planctónico y ambiental para el desarrollo sustentable del cultivo comercial de mejillón (*Mytilus edulis chilensis*) en la zona de Almanza, Canal de Beagle (Tierra del Fuego)”, financiado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. En consecuencia, en el marco de un acuerdo entre la mencionada Secretaría y la FCNyM, se analizó por primera vez para la región la dinámica de la biomasa y composición del fitoplancton en relación a la variabilidad del ambiente durante un ciclo anual (Almandoz et al., 2011). El rasgo más sobresaliente de la dinámica del fitoplancton durante el período analizado fue el marcado contraste entre la baja concentración de biomasa y densidad durante el otoño-invierno y su incremento durante la primavera-verano. Los picos máximos de biomasa y densidad celular se produjeron durante octubre y noviembre, los cuales estuvieron relacionados con dos intensas floraciones de diatomeas de los géneros *Chaetoceros* y *Thalassiosira*, respectivamente.

Por otro lado, mediante distintas técnicas de microscopía óptica y electrónica, se examinó la biodiversidad de microalgas fitoplanctó-

nicas, considerando especialmente aquellas especies potencialmente tóxicas. Entre estas últimas se identificaron seis especies de dinoflagelados (*Alexandrium catenella*, *A. ostenfeldii*, *A. tamarense*, *Dinophysis acuminata*, *D. rotundata* y *Prorocentrum cordatum*) y cuatro especies de diatomeas (*Pseudo-nitzschia australis*, *P. calliantha*, *P. fraudulenta* y *P. cf. seriata*). Los resultados obtenidos representan una línea de base para esta zona, donde la maricultura constituye un importante recurso comercial para las poblaciones locales. El hallazgo de un morfotipo inusual de *P. seriata*, descrito previamente para cepas aisladas en Escocia, constituye un resultado novedoso dado que esta especie potencialmente toxígena se consideraba confinada al Hemisferio Norte (Almandoz *et al.*, 2008b).

Finalmente, los resultados obtenidos en el estudio sobre el impacto de la radiación ultravioleta B (RUVB, 280-320 nm) sobre diversos aspectos del fitoplancton de diferentes latitudes (Canadá-Brasil-Argentina), se dieron a conocer en dos trabajos desarrollados dentro del marco de una colaboración internacional, cuyo foco fue el estudio de los efectos del aumento de la RUVB provocada por la reducción de la capa de ozono estratosférico sobre la comunidad planctónica. Los experimentos fueron financiados por el International Institute for Global Change Research (IAI, EE.UU.), la DNA/IAA (Argentina), la Universidad de San Pablo (USP, Brasil) y el Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC, Canadá). Esta investigación estuvo integrada por una serie de ensayos con mesocosmos (grandes unidades experimentales de un volumen de 2 m³) con agua de mar de los diferentes sitios de estudio: Estuario marítimo del San Lorenzo (ambiente subártico, Canadá), Bahía de Ubatuba (ambiente tropical, Brasil) y Canal de Beagle (ambiente subantártico, Argentina). Los tratamientos experimentales se conformaron por mesocosmos controles expuestos a la luz solar natural y tratamientos con RUVB suplementada con lámparas (UV), simulando una reducción de 60% de la capa de ozono estratosférico (Díaz *et al.*, 2006). Los resultados de esta investigación

evidenciaron leves efectos directos de la RUVB sobre el fitoplancton de las tres latitudes estudiadas (Roy *et al.*, 2006). Contrariamente a lo esperado, el crecimiento de algunos grupos clave del fitoplancton se vio favorecido en los tratamientos con RUVB aumentada. Así, la acumulación de la biomasa de las diatomeas del microfitoplancton en dicho tratamiento fue mayor que en los controles, observándose efectos similares en el Canal Beagle y en la Bahía de Ubatuba, pero en este caso con respecto a las clorofíceas y las primnesiofitas, respectivamente. Estas respuestas fueron explicadas por cambios drásticos en la biomasa de los microheterótrofos herbívoros en los tratamientos con RUVB aumentada, los cuales mostraron una mayor sensibilidad a este tipo de radiación. En consecuencia, se redujo sensiblemente la presión de pastoreo, lo que permitió una mayor acumulación de biomasa de los grupos fitoplanctónicos mencionados (“efecto cascada”) (Ferreira *et al.*, 2006). Estos estudios sugieren que, si bien los efectos directos de la RUVB sobre el fitoplancton pueden ser relativamente leves debido a la existencia de procesos de adaptación, fotoprotección, fotoreparación y mezcla vertical en la columna de agua que actúan como atenuantes del daño, los efectos indirectos pueden ser mucho más importantes, modificando significativamente la estructura y la dinámica de la comunidad en general.

Resultados semejantes fueron obtenidos de experimentos realizados con poblaciones naturales de fitoplancton de aguas antárticas y tropicales (Helbling *et al.*, 1992). Sobre este tema se está desarrollando en la FCNyM-UNLP, una tesis doctoral cuyo objetivo general es conocer la estructura de una comunidad de productores primarios bentónicos de microalgas y macroalgas en un ambiente costero antártico y, de esta manera, evaluar el efecto de la radiación ultravioleta A y B sobre atributos estructurales de estas comunidades (Campana, en preparación).

Consideraciones Finales

Los resultados obtenidos por los investigadores de la Universidad Nacional de La Plata presentados en este capítulo permiten observar a través del tiempo la evolución de las investigaciones en cada una de las regiones aquí tratadas. En los comienzos, el énfasis estuvo puesto en la exploración de nuevas áreas y la recopilación de información de base a través de relevamientos florísticos, principalmente en Tierra del Fuego y Antártida. Esto no hubiera sido posible sin el aporte de investigadores como el Dr. Joaquín Frenguelli, cuyos trabajos continúan siendo referencia a nivel nacional e internacional en el campo de la diatomología y del Dr. Sebastián A. Guarrera que dio impulso a los estudios Ficológicos en Argentina. El Dr. Guarrera, Profesor Emérito de esta Casa, fue quien formó varias generaciones de investigadores que hoy siguen desempeñándose en esta y en otras Instituciones del país.

Posteriormente, además de continuarse con la línea de investigación taxonómica, surgieron los estudios de índole ecológica, intentando dar respuesta a problemas locales, regionales y globales. Entre estos, los relacionados con las floraciones algales nocivas y sus efectos sobre la pesquería y la salud humana; el cambio climático, evaluando el rol de la comunidad planctónica sobre los flujos de CO₂, así como la radiación ultravioleta y su impacto sobre el fitoplancton. Este avance fue posible por los acuerdos, convenios y trabajos multidisciplinarios establecidos entre investigadores de la UNLP y otras instituciones nacionales e internacionales, que permitieron realizar nuevas expediciones que requieren una importante infraestructura e inversión económica.

Actualmente, investigadores de la División Ficología Dr. Sebastián Guarrera, continúan ejecutando proyectos multidisciplinarios que abordan estudios de las microalgas en las regiones australes y contemplan la formación de recursos humanos a diferentes niveles.

Bibliografía

- Acha, E. M., Mianzan, H. M., Guerrero, R. A., Favero, M. y Bava, J. (2004). "Marine fronts at the continental shelves of austral South America. Physical and ecological processes". En *Journal of Marine Systems*, 44 (pp. 83-105).
- Akselman, R., Ferrario, M., Almandoz, G., Santinelli, N., Sastre, A. y Atencio, A. (2007). "Distribución y abundancia del microplancton en el talud del Mar Argentino durante la primavera de 2005". En *XXXI Jornadas Argentinas de Botánica*. Corrientes, Argentina.
- Almandoz, G. (2008). "Distribución geográfica y variación interanual del género *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) en aguas de la Plataforma del Mar Argentino y Antártida". Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata: Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Almandoz, G., Ferrario, M., Ferreyra, G., Schloss, I., Esteves, J. y Paparazzo, F. (2007). "The genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) in continental shelf waters of Argentina (Southwestern Atlantic Ocean, 38-55°S)". En *Harmful Algae*, 6 (pp. 93-103).
- Almandoz, G., Ferreyra, G., Schloss, I., Dogliotti, A., Rupolo, V., Paparazzo, F., Esteves, J. y Ferrario, M. (2008). "Distribution and ecology of *Pseudo-nitzschia* species in the Weddell Sea (Antarctica)". En *Polar Biology*, 31 (pp. 429-442).
- Almandoz, G., Hernando, M. y Ferrario, M. (2008). "SEM observations of *Pseudo-nitzschia* from the Beagle Channel (Argentina): *P. seriata* in the southern hemisphere?". En *Harmful Algae News*, 38 (pp. 8-9).
- Almandoz, G., Hernando, M., Ferreyra, G., Schloss, I. y Ferrario, M. (2011). "Seasonal phytoplankton dynamics in extreme southern South America (Beagle Channel, Argentina)". En *Journal of Sea Research*, 66 (pp. 47-57).
- Azam, F., Frenchel, T., Field, T., Graf, J., Meyer-Rei, L. y Thingstad, F. (1983). "The ecological role of water-column microbes in the sea". En *Marine Ecology Progress Series*, 10 (pp. 257-263).

- Balestrini, C. F., Poisson, A. R., Ferreyra, G. A., Ferrario, M. E., Schauer, B., Scholss, I. R., Molina, D. A., Sala, H., Bianchi, A. A., Ruiz-Pino, D., Piola, A. R. y Saraceno, M. (2000). "Proyect "ARGAU"- Preliminary Data-Report, Icebreaker A.R.A. "Almirante Irizar" Cruise "Argau Zero". En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 529 (pp. 1-30).
- Ballantyne, J. (2002). "A multidecadal study of the number of Antarctic icebergs using scatterometer data". BYU. En línea. Disponible en: <www.scp.byu.edu/data/iceberg/IcebergReport.pdf>.
- Benavides, H., Prado, L., Díaz, S. y Carreto, J. I. (1995). "An exceptional bloom of *Alexandrium catenella* in the Beagle Channel, Argentina". En Lassus, P., Arzul, G., Erard, E., Gentien, P. y Marcaillou, C. (eds). *Harmful Algal Blooms* (pp. 113-119). Paris: Lavoisier.
- Bianchi, A. A., Bianucci, L., Piola, A. R., Ruiz-Pino, D., Schloss, I. R., Poisson, A. y Balestrini, F. (2005). "Vertical stratification and air-sea CO₂ fluxes in the Patagonian shelf". En *Journal of Geophysical Research*, 110.
- Bindschadler, R. A. y Rignot, E. (2001). "Crack in the polar night". En *EOS, Transactions American Geophysical Union*, 82 (43) (pp. 497-505).
- Campana, G. (en preparación). "Comunidades de microalgas y macroalgas bentónicas en un sistema costero antártico (Caleta Potter, Shetland del Sur)". Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata: Facultad de Ciencias Naturales y Museo.
- Carreto J., Negri, R., Benavides, H. y Akselman, R. (1985). "Toxic dinoflagellates blooms in the Argentine Sea". En: Anderson, D. M., White, A. W. y Baden, D. G. (eds). *Toxic dinoflagellates* (pp. 147-152). Nueva York: Elsevier.
- Carreto, J., Montoya, N. G. y Carignan, M. O. (2008). "Floraciones de algas tóxicas". En Boltovskoy D. (ed). *Atlas de Sensibilidad Ambiental de la Costa y el Mar Argentino* (pp. 1-11). Buenos Aires: Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable.
- Cefarelli, A., Ferrario, M., Almandoz, G., Atencio, A., Akselman, R. y Vernet, M. (2010). "Diversity of the diatom genus *Fragilariopsis* in

- the Argentine Sea and Antarctic waters: morphology, distribution and abundance". En *Polar Biology*, 33 (pp. 1463-1484).
- Cefarelli, A., Vernet, M. y Ferrario, M. (2011). "Phytoplankton composition and abundance in relation to free-floating Antarctic icebergs". En *Deep-Sea Research II*, 58 (pp. 1436-1450).
- De Angelis, H. D. y Skvarca, P. (2003). "Glacier surge after ice shelf collapse". En *Science*, 299 (pp. 1560-1562).
- Diamond, J. N. (1974). "Colonization of exploded volcanic islands by birds, the supertramp strategy". En *Science*, 184 (pp. 803-806).
- Díaz, S., Camilión, C., Escobar J., Deferrari G., Roy, S., Lacoste, K., Demers, S., Belzile, C., Ferreyra, G., Giancesella, S., Gosselin, M., Nozais, C., Pelletier, E., Schloss, I. y Vernet, M. (2006). "Simulation of ozone depletion using ambient irradiance supplemented with UV lamps". En *Photochemistry and Photobiology*, 82 (4) (pp. 857-864).
- Dogliotti, A., Schloss, I., Almandoz, G. y Gagliardini, D. (2009). "Evaluation of SeaWiFS and MODIS chlorophyll-a products in the Argentinean Patagonian Continental Shelf (38°S - 55°S)". En *International Journal of Remote Sensing*, 30 (pp. 251-273).
- El-Sayed, S. Z. y Weber, L. H. (1982). "Spatial and temporal variations in phytoplankton biomass and primary productivity in the South-west Atlantic and the Scotia Sea". En *Polar Biology*, 1 (pp. 83-90).
- El-Sayed, S. Z. (1987). "Biological production of Antarctic waters: present paradoxes and emerging paradigms". En El-Sayed, S. Z. y Tomo, A. P. (eds). *Antarctic Aquatic Biology* (pp. 1-21). Cambridge: SCAR.
- Enevoldsen, H. O. y Aguilera, A. (2002). "Organizaciones internacionales regionales relacionadas con programas y actividades sobre Floraciones Algas Nocivas". En Sar, E. Ferrario, M. E. y Reguera, B. (eds). *Floraciones algas nocivas en el Cono Sur Americano* (pp. 291-305). Madrid: Instituto Español de Oceanografía.
- Falkowski, P., Barber, R. Y Smetacek, V. (1998). "Biogeochemical controls and feedbacks on ocean primary production". En *Science*, 281 (pp. 200-206).

- Fenchel, T. (2008). "The microbial loop-25 years later". En *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 366 (pp. 99-103).
- Ferrario, M. E. (1990a). "Síntesis de las investigaciones fitoplanctónicas argentinas en Antártida. Estado actual y perspectivas futuras". En *Revista de la Facultad de Oceanografía, Pesquería y Ciencias alimentarias, Universidad Nacional Federico Villarreal*, 2 (pp. 91-97).
- (1990b). "RACER; Phytoplankton of the northern Gerlache Strait". En *Antarctic Journal of the United States*, 25 (5) (pp. 145-146).
- (1993). "Discussion about some taxonomic problems in species of the genus *Rhizosolenia*". En *Proceedings of the 4th Polar Diatom Colloquium* (pp. 30-31). Estocolmo.
- Ferrario, M. E., Damascos, M. A. y Echenique, R. O. (1982). "Nuevas citas ficológicas para Argentina y una nueva variedad". En *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 20 (3-4) (pp. 169-187).
- Ferrario, M. E. y Ferreyra, G. A. (1983). "Casos teratológicos y de polimorfismo observados en diatomeas antárticas y otros ambientes continentales y marinos de Argentina I". En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 290 (pp. 1-8).
- (1984). "A reappraisal of *Trigonium arcticum* (Brightwell) Cleve and *Trigonium formosum* (Brightwell) Cleve, from Bahía Paraíso (Antarctica), using both optical and scanning electron microscopy techniques". En *Proc. 8th.International. Diatom. Symposium* (pp. 141-149). París.
- (1987). "Diatoms of the South Orkney Islands". En *Biomass Scientific Series*, 7 (pp. 39-52).
- Ferrario, M. y Galvan, N.(1989). "Catálogo de las diatomeas marinas citadas entre los 36° y los 60° S, con especial referencia al Mar Argentino". En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 20 (pp. 1-327).
- Ferrario, M. E. y Sar, E. A. (1988). "Observaciones sobre la estructura valvar de *Thalassiosira tumida* (Janisch) Hasle en Bahía Margarita (Antártida)". En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 363 (pp. 1-8).

- (1990). “Ultraestructura de *Navicula schefferae* Lobban (*Bacillariophyceae*) presente en Isla 25 de Mayo (Antártida)”. En *Gayana Botanica*, 47 (1-2) (pp. 47-49).
- (1992). “RACER: Phytoplankton populations in the Gerlache Strait”. En *Antarctic Journal of the United States*, 27 (5) (pp. 158-159).
- Ferrario, M. E., Sar, E.A. y Vernet, M. (1998). “*Chaetoceros* resting spores in the Gerlache Strait, Antarctic Peninsula”. En *Polar Biology*, 19 (pp. 286-288).
- Ferrario, M., Hernández-Becerril, D. y Garibotti, I. (2004). “Morphological study of the marine planktonic diatom *Chaetoceros castracanei* Karsten from Antarctic waters, with data on abundance and possible taxonomic relationships”. En *Botanica Marina*, 47 (4) (pp. 349-355).
- Ferrario, M., Licea, S., Balestrini, C. F. y Ferreyra, G. (2004). “Species of *Pseudo-nitzschia* in the Drake Passage (54 - 61° S to 46 - 64°)”. En Steidinger, K. A., Landsberg, J. H., Tomas, C. y Vargo, G. (eds.). *Harmful Algae 2002* (pp. 434-436). Florida: Florida Fish and Wildlife Conservation Commission, Florida Institute of Oceanography, and Intergovernmental Oceanographic Commission of UNESCO.
- Ferrario, M., Garibotti, I. y Vernet, M. (2005). “Palmer LTER: Microscopic analysis of ice assemblages in new-year sea ice in the Western Antarctic Peninsula, June-July 1999”. En *Antarctic Journal of the United States*, 33 (pp. 242-244).
- Ferrario, M. y Licea, S. (2006). “Species of the genus *Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) in Antarctic waters: morphology and distribution”. En *Nova Hedwigia Beihefte*, 130 (pp. 1-16).
- Ferrario, M., Akselman, R., Almandoz, G., Negri, R., Atencio, A., Sastre, V., Santinelli, N. y Silva, R. (2006). “Biodiversidad y dinámica estacional del fitoplancton en el área del talud y la plataforma adyacente, Argentina”. En *XI Congreso Brasileiro de Ficología y Simposio Latinoamericano sobre Algas Nocivas*. Itajaí.
- Ferrario, M., Akselman, R., Almandoz, G. y Cefarelli, A. (2006). “Especies del género *Thalassiosira* (Bacillariophyta, Diatomeas) en aguas

- del Talud y de la Plataforma del Mar Argentino”. En *VI Jornadas Nacionales de Ciencias del Mar y XIV Coloquio de Oceanografía*. Puerto Madryn.
- Ferrario, M., Licea, S., Almandoz, G. y Garibotti, I. (2008). “Species of the genus *Coscinodiscus* (Bacillariophyta) from the Gulf of Mexico, Argentina and Antarctic waters: morphology and distribution”. En *Nova Hedwigia Beihefte*, 133 (pp. 187-216).
- Ferrario, M., Almandoz, G., Sastre, V., Santinelli, N. y Cefarelli, A. (2012a). “Bloom of *Thalassiosira* sp. in the Southwestern Atlantic Ocean: a new species?”. En *XXII International Diatom Symposium*. Ghent.
- Ferrario, M. E., Cefarelli, A. O., Robison, B. H. y Vernet, M. (2012b). “*Thalassioneis signyensis* (Bacillariophyceae) from Northwest Weddell Sea icebergs, an emendation of the generic description”. En *Journal of Phycology*, 48 (pp. 222-230).
- Ferrario, M. E., Almandoz, G. O., Cefarelli, A. O., Fabro, E. y Vernet, M. (en prensa). “*Stephanopyxis* species (Bacillariophyceae) from shelf and slope waters of the Argentinean Sea: Ultrastructure and distribution”. En *Nova Hedwigia*.
- Ferrario, M. E., Guerrero, J. M., Lamaro, A., Giuliano, D., Fabro, E. Cefarelli, A.O. y Almandoz, G.O. (en preparación). *Colección de diatomeas Antárticas. Catálogo de los taxa erigidos por J. Frenguelli*. Edited by Witkowski, A.
- Ferreira, G. A. y Ferrario, M. E. (1983a). “Observaciones sistemáticas y autoecológicas sobre diatomeas antárticas I- *Coscinodiscus asteromphalus* Ehr”. En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 297 (pp. 1-20).
- (1983b). “Variación morfológica estacional de *Rhizosolenia alata* en Bahía Paraíso, Antártida Occidental”. En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 300 (pp. 1-8).
- Ferreira, G. A., Sar, E. A. y Ferrario, M. E. (1993). “Respuesta de *Cocconeis criophilum* (Bacillariophyceae) a diferentes condiciones de iluminación”. En *Darwiniana*, 32 (1-4) (pp. 293-298).

- Ferreira, G., Mostajir, B., Demers, S., Schloss, I., Chatila, K., Ferrario, M., Peggy, S. Roy, S. Y Prod'homme, J. (2006). "Ultraviolet B radiation effects on structure and function of lower levels of the marine planktonic food web". En *Photochemistry & Photobiology*, 82 (pp. 887-897).
- Flower, R. J. (2005). "A taxonomic and ecological study of diatom from freshwater habitats in the Falkland Islands, South Atlantic". En *Diatom Research*, 20 (1) (pp. 23-96).
- Frenguelli, J. (1923). "Resultados de la primera expedición a Tierra del Fuego (1921). Diatomeas de Tierra del Fuego". En *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 96 (pp. 225-263).
- (1924). "Resultados de la primera Expedición a Tierra del Fuego (1921). Diatomeas de Tierra del Fuego". En *Anales de la Sociedad Científica Argentina*, 97 (pp. 231-266).
- (1928). "Diatomeas del Océano Atlántico frente a Mar del Plata". En *Anales Museo Nacional Historia Natural "Bernardino Rivadavia"*, 34 (pp. 497-572).
- (1951). "Análisis microscópico de las muestras de la turbera del Río de la Misión, Río Grande, Tierra del Fuego". En *Annales Academiae Scientiarum Fennicae (s. A) 3, Geologica-Geographica*, 26 (pp. 1-60).
- (1953). "Análisis microscópico de una segunda serie de muestras de la turbera del Río de la Misión, Río Grande, Tierra del Fuego". En *Annales Academiae Scientiarum Fennicae (s. A) 3, Geologica-Geographica*, 34 (pp. 1-52).
- Frenguelli, J. y Orlando, H. A. (1958). "Diatomeas y silicoflagelados del Sector Antártico Sudamericano". En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 5 (pp.1-191).
- Gallo, J., Ferrario, M., Sar, E., Tosonotto, G., Segura, M. y Molina, D. (1994). "Análisis preliminar de los datos de la Campaña Antártica de Verano 1991/93. Proyecto Oceanografía Costera Brown". En *Contribuciones del Instituto Antártico Argentino*, 426 (pp. 1-50).
- Gamundí, I. J. y Amos, V. (2007). "Exploraciones micológicas en Tierra del Fuego". En *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 42 (pp. 131-148).

- García de Emiliani, M. O., Mosto, P. y Tell, G. (1976). "Algas de agua dulce nuevas o poco conocidas en la Argentina". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 35 (91) (pp. 185-198).
- Garibotti, I. (2003). "Fitoplancton marino de la plataforma continental de la costa oeste de la Península Antártica: dinámica espacial e interanual". Tesis doctoral. Centro Regional Universitario Bariloche-Universidad Nacional del Comahue.
- Garibotti, I., Vernet, M., Ferrario, M., Smith, R., Ross, R. y Quetin, L. (2003a). "Phytoplankton spatial distribution patterns along the western Antarctic Peninsula (Southern Ocean)". En *Marine Ecology Progress Series*, 261 (pp. 21-39).
- Garibotti, I., Vernet, M. y Ferrario, M. (2003b). "Composition and biomass of phytoplankton assemblages in coastal Antarctic waters: a comparison of chemotaxonomic and microscopic analyses". En *Marine Ecology Progress Series*, 247 (pp. 27-42).
- Garibotti, I., Vernet, M., Smith, R. y Ferrario, M. (2005a). "Interannual variability in the distribution of the phytoplankton standing stock across the seasonal sea-ice zone West of the Antarctic Peninsula". En *Journal of Plankton Research*, 27 (8) (pp. 825-843).
- Garibotti, I., Vernet, M. y Ferrario, M. (2005b). "Annually recurrent phytoplanktonic assemblages during summer in the seasonal ice zone west of the Antarctic Peninsula (Southern Ocean)". En *Deep-Sea Research, Part I* 52 (pp. 1823-1841).
- Gayoso, A. M. y Ciocco, N. (2001). "Observations on *Prorocentrum lima* of North-Patagonian coastal waters (Argentina) associated with a diarrhoeic disease episode". En *Harmful Algal News*, 22 (p. 4).
- Gayoso, A., Dover, S., Morton, S., Busman, M., Moeller, P., Fulco, V. y Maranda, L. (2002). "Diarrhetic shellfish poisoning associated with *Prorocentrum lima* (Dinophyceae) in Patagonian gulfs (Argentina)". En *Journal of Shellfish Research*, 21 (2) (pp. 461-463).
- Gorriti, G., Sala, S. y Guerrero, J. M. (2000). "Sobre la validez taxonómica de *Epithemia zebra* var. *elongata* (Epithemiaceae, Bacillariophyceae). En *Darwiniana*, 38 (3-4) (pp. 285-289).

- Guarrera, S. A. (1986). *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego. Cyanophyta. Chroococcales*. Tomo I, fasc. 1. Buenos Aires: CONICET.
- Guarrera, S. A. y Tell, G. (1970). "Cyanophyta y Chlorophyta nuevas para la Argentina". En *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 13 (2-3) (pp. 95-101).
- Guarrera, S. A. y Ferrario, M. E. (1978). "Algunos taxones novedosos para la ficoflora argentina". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 38 (94) (pp. 9-19).
- Guarrera, S. A. y Echenique, R. O. (1995). "Hormogonophycideae (Cyanophyta) de Tierra del Fuego, nuevas para Argentina". En *Darwiniana*, 33 (1-4) (pp. 97-105).
- Guarrera, S. A. y Echenique, R. O. (1998). *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego. Cyanophyta. Hormogonophycideae*. En Tomo I, fasc. 2. Buenos Aires: CONICET.
- Guerrero, R. A. y Piola, A. R. (1997). "Masas de agua en la plataforma continental". En: Boschi E. E. (ed). *El Mar Argentino y sus recursos pesqueros. Antecedentes históricos de las exploraciones en el mar y las características ambientales* (pp. 107-118). Mar del Plata: Instituto Nacional de Investigación y Desarrollo Pesquero.
- Guerrero, J. M., Sala, S. y Gorriti, G. (2001). "Epithemiaceae y SURIrellaceae (Bacillariophyceae) de Tierra del Fuego, Argentina". En *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 36 (1-2) (pp. 29-45).
- Helbling, E. W., Villafañe, V., Ferrario, M. y Holm Hansen, O. (1992). "Impact of natural ultraviolet radiation on rates of photosynthesis and on specific marine phytoplankton species". En *Marine Ecology Progress Series*, 80 (pp. 89-100).
- Hooker, J. D. (1847). *The botany of the Antarctic Voyage of H. M. discovery Ships "Erebus and Terror", I. Flora Antarctica*. Part 2. Botany of Fuegia, the Falklands, Kerguelen's land, etc. London: Reeve.
- Lelong, A., Hégaret, H., Soudant, P. y Bates, S. (2012). "*Pseudo-nitzschia* (Bacillariophyceae) species, domoic acid and amnesic shellfish poisoning: revisiting previous paradigms". En *Phycologia*, 51 (pp. 168-216).

- Long, D. G., Ballantyne, J. y Bertoia, C. (2002). "Is the number of icebergs around Antarctica really increasing?". En *EOS, Transactions American Geophysical Union*, 83 (42) (pp. 469-474).
- Mitchell, B.G. y Holm-Hansen, O. (1991). "Observations and modeling of the Antarctic phytoplankton crop in relation to mixing depth". En *Deep-Sea Research*, 38 (pp. 981-1007).
- Moreau, S., Schloss, I., Mostajir, B., Demers, S., Almandoz, G., Ferrario, M. y Ferreyra, G. (2012). "Influence of microbial community composition and metabolism on air-sea ΔpCO_2 variation off the western Antarctic Peninsula". En *Marine Ecology Progress Series*, 446 (pp. 45-59).
- Moreau, S., Di Fiori, E., Schloss, I., Almandoz, G., Esteves, J., Paparazzo, F. y Ferreyra, G. (2012). "The role of phytoplankton composition and microbial community metabolism in sea-air ΔpCO_2 variation in the Weddell Sea". Enviado a *Deep Sea Research Part I*.
- Overpeck, J. T., Otto-Bliesner, B. L., Miller, G. H., Muhs, D. R., Alley, R. B. y Kiehl, J. T. (2006). "Paleoclimatic evidence for future ice-sheet instability and rapid sea-level rise". En *Science*, 311 (pp. 1747-1750).
- Paasche, E. (1960). "Notes on phytoplankton from the Norwegian Sea". En *Botánica Marina II* (3-4) (pp. 197-210).
- Paparazzo, F., Bianucci, L., Schloss, I., Almandoz, G., Solis, M. y Esteves, J. (2010). "Cross-frontal distribution of inorganic nutrients and chlorophyll-a on the Patagonian Continental Shelf of Argentina during summer and autumn". En *Revista de Biología Marina y Oceanografía*, 45 (1) (pp. 107-119).
- Priddle, J., Smetacek, V. y Bathmann, U. (1992). "Antarctic marine primary production, biogeochemical carbon cycles and climatic change". En *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 338 (pp. 289-297).
- Rivas, A., Dogliotti, A. y Gagliardini, D. (2006). "Seasonal variability in satellite-measured surface chlorophyll in the Patagonian Shelf". En *Continental Shelf Research*, 26 (pp. 703-720).

- Romero, S., Piola, A., Charo, M. y Eiras García, C. (2006). "Chlorophyll-a variability off Patagonia based on Sea WIFS data". En *Journal of Geophysical Research*, 3.
- Round, F. E., Crawford, R. M. y Mann, D. G. (1990). *The diatoms. Biology and morphology of the genera*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Roy, S., Mohovic, B., Giancesella, S., Schloss, I., Ferrario, M. y Demers, S. (2006). "Effects of enhanced UV-B on phytoplankton biomass and composition of mesocosm-enclosed natural marine communities from three latitudes". En *Photochemistry & Photobiology*, 82 (pp. 909-922).
- Sar, E. (1996). "Flora diatomológica de Bahía San Antonio (Provincia de Río Negro, Argentina), O. Centrales I". Trabajo de tesis doctoral. En *Revista del Museo de la Plata(ns)* XIV (106) (pp. 1-400).
- Sar, E. A., Sala, S. E., Sunesen, I., Henninger, M. S. y Montastruc, M. (2009). *Catálogo de los géneros, especies y taxa infraespecíficos erigidos por J. Frenguelli*. Diatom Monographs 10. Ruggell, Liechtenstein: A.R.G. Gantner Verlag.
- Schloss, I. R. (1997). "Escalas temporo-espaciales de variabilidad del fitoplancton costero antártico". Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires.
- Schloss, I. R., Ferreyra, G., Curtosi, A., Klöser, H., Mercuri, G. y Pinola, E. (1997). "Factors governing phytoplankton and particulate matter variation in Potter Cove, King George island (Antarctica)". En: Battaglia B., Valencia, J. y Walton, D. W. H. (eds.). *Antarctic communities species, structure and survival* (pp. 135-141). Cambridge: Cambridge University Press.
- Schloss, I., Ferreyra, G., Ferrario, M., Almandoz, G., Codina, R., Bianchi, A., Balestrini, C., Ochoa, H., Ruiz-Pino, D. y Poisson, A. (2007). "Role of plankton communities in pCO₂ sea-air exchange in the southwestern Atlantic Ocean". En *Marine Ecology Progress Series*, 332 (pp. 93-106).

- Smith, W. y Sakshaug, E. (1990). "Polar phytoplankton". En Smith, W.O. Jr (ed). *Polar oceanography. Part B. Chemistry, biology, and geology* (pp. 477-525). Londres: Academic Press.
- Smith, Jr. K. L., Robison, B. H., Helly, J. J., Kaufmann, R. S., Ruhl, H. A., Shaw, T. J., Twining, B. S. y Vernet, M. (2007). "Free-drifting icebergs: hot spots of chemical and biological enrichment in the Weddell Sea". En *Science*, 317 (pp. 478-482).
- Smith, K., Sherman, A., Shaw, T., Murray, A., Vernet, M. y Cefarelli, A. (2011). "Carbon export associated with free-drifting icebergs in the Southern Ocean". En *Deep-Sea Research II*, 58 (pp. 1485-1496).
- Tell, G. (1973a). "Plasmodios de *Mixochloris sphagnicola* Pascher (Xanthophyceae), registrados por primera vez para Sud América". En *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 15 (2-3) (pp. 204-208).
- (1973b). "*Conochaete* (Chlorophyceae) y *Chlorobotrys* (Xanthophyceae), dos géneros nuevos para la Argentina". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 32 (85) (pp. 243-246).
- (1975a). "Xanthophyceae, Chrysophyceae y Eustigmatophyceae de Tierra del Fuego nuevas para la Argentina". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 34 (89) (pp. 99-103).
- (1975b). "Chlorophyta continentales de Tierra del Fuego. I". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 34 (88) (pp. 15-25).
- (1979a). "Chlorophyceae epífitas y epizoicas de agua dulce de Tierra del Fuego. Algunas características ecológicas". En *Ecosur*, 6 (11) (pp. 1-23).
- (1979b). "Chlorophyceae d'eau douce rares et nouvelles de la republique Argentine". En *Revue Algologique N.S.* 14 (1) (pp. 39-48).
- (1981). "Chlorophyceae y Xanthophyceae nuevas o interesantes para la Argentina". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 39 (97) (pp. 9-14).
- Tell, G. y Guarrera, S. (1979). "Nuevos taxa de algas continentales de la Argentina". En *Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica*, 18 (3-4) (pp. 53-62).

- Tell, G. y Mosto, P. (1976). "Chlorophyta continentales de Tierra del Fuego. II". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 35 (90) (pp. 59-75).
- (1982). *Flora Criptogámica de Tierra del Fuego. Chlorophyceae, Chlorococcales*. Tomo VI, fasc. 2. Buenos Aires: CONICET.
- Tell, G. y Vélez, C. G. (1982). "Nuevos aportes al conocimiento de las algas de agua dulce de Tierra del Fuego (Argentina)". En *Physis (Buenos Aires)*, B, 41 (100) (pp. 47-54).
- Thomas, R., Rignot, E., Casassa, G., Kanagaratnam, P., Acuña, C., Akins, T., Brecher, H., Frederick, E., Gogineni, P., Krabill, W., Manizade, S., Ramamoorthy, H., Rivera, A., Russell, R., Sonntag, J., Swift, R., Yungel, J. y Zwally, J. (2004). "Accelerated sea-level rise from West Antarctica. En *Science*, 306 (pp. 255-258).
- Tilzer, M. M. y Dubisky, Z. (1987). "Effects of temperature and day length on the mass balance of Antarctic phytoplankton". En *Polar Biology*, 7 (pp. 35-42).
- Vaughan, D. G. y Doake, C. S. M. (1996). "Recent atmospheric warming and retreat of ice shelves on the Antarctic Peninsula". En *Nature*, 379 (pp. 328-331).
- Vernet, M., Martinson, D., Iannuzzi, R., Stammerjohn, S., Kozlowski, W., Sines, K., Smith, R. y Garibotti, I. (2008). "Control of primary production by sea ice dynamics west of the Antarctic Peninsula". En *Deep-Sea Research II*, 55 (pp.2068-2085).
- Vernet, M., Sines, K., Chakos, D., Cefarelli, A. O. y Ekern, L. (2011). "Impacts on phytoplankton dynamics by free-drifting icebergs in the NW Weddell Sea". En *Deep-Sea Research II*, 58 (pp. 1422-1435).
- Zwally, H. J., Comiso, J. C., Parkinson, C. L., Cavalieri, D. J. y Gloersen, P. (2002). "Variability of Antarctic sea ice 1979-1998". En *Journal of Geophysical Research*, 107 (C5) (pp. 9-19).
- Zwally, H. J., Giovinetto, M. B., Li, J., Cornejo, H. G., Beckley, M. A., Brenner, A. C., Saba, J. L. y Yi, D. (2005). "Mass changes of the Greenland and Antarctic ice sheets and shelves and contributions to sea-level rise: 1992-2002". En *Journal of Glaciology*, 51 (pp. 509-527).

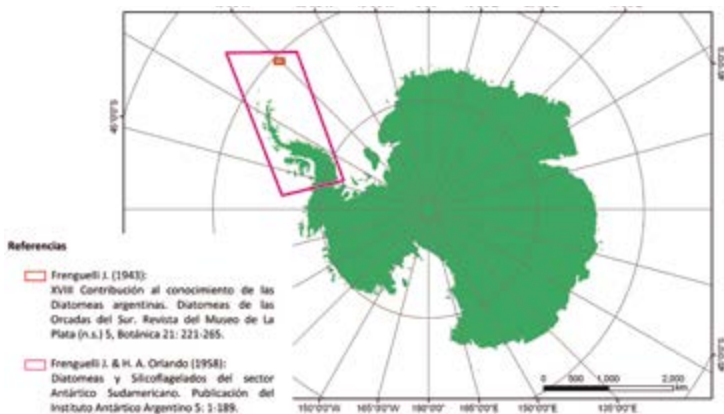


Figura 1. Área de estudio donde fue colectado el material estudiado por el Dr. Joaquín Frenguelli.



Figura 2. Exploraciones marítimas y terrestres auspiciadas por la “Flora Criptogámica de Tierra del Fuego”. Fuente: Tomado de Gamundí y Amos (2007).

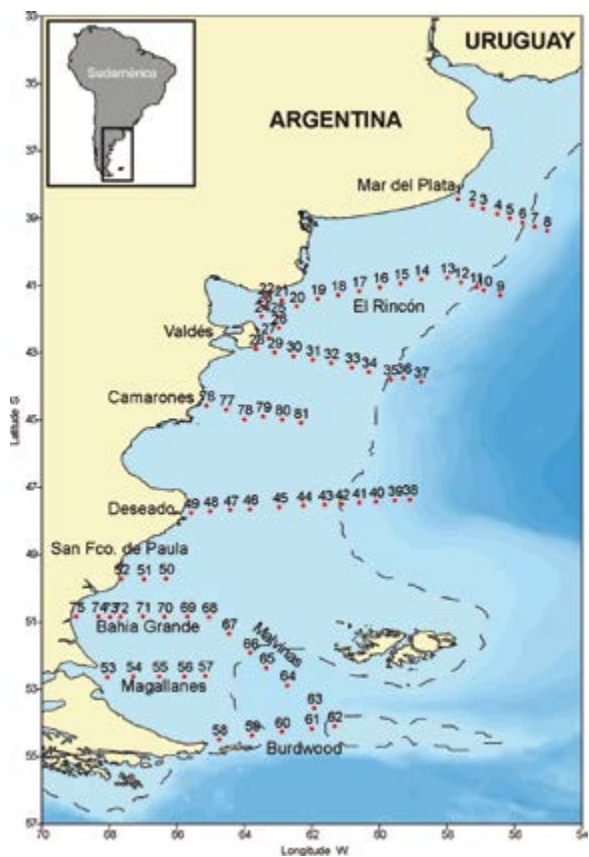


Figura 3. Mapa del área de estudio con las estaciones de muestreo realizadas durante la primera campaña de muestreo del Proyecto “GEF”, en primavera de 2005.

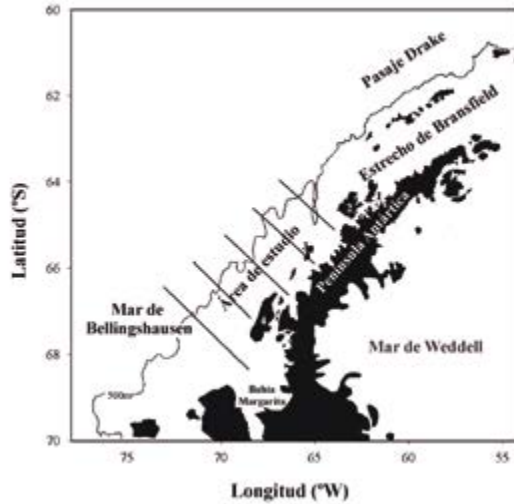


Figura 4. Área de estudio en la costa oeste de la Península Antártica. Proyecto “LTER”.

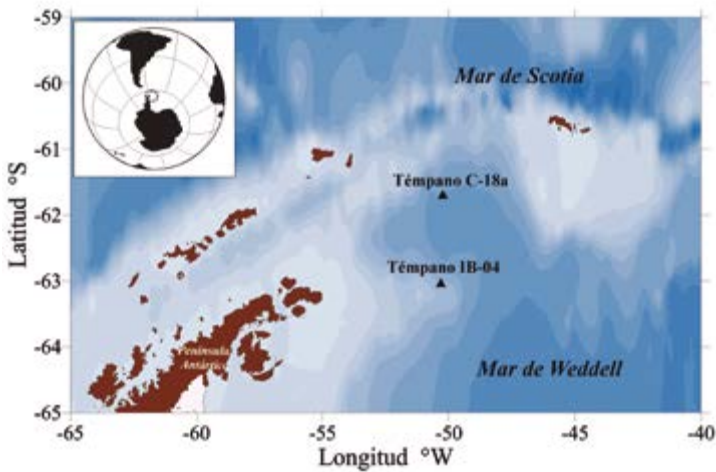


Figura 5. Área de estudio y posición de dos de los témpanos muestreados. Proyecto “Free-drifting icebergs as proliferating dispersion sites of iron enrichment, organic carbon production and export in the Southern Ocean”.

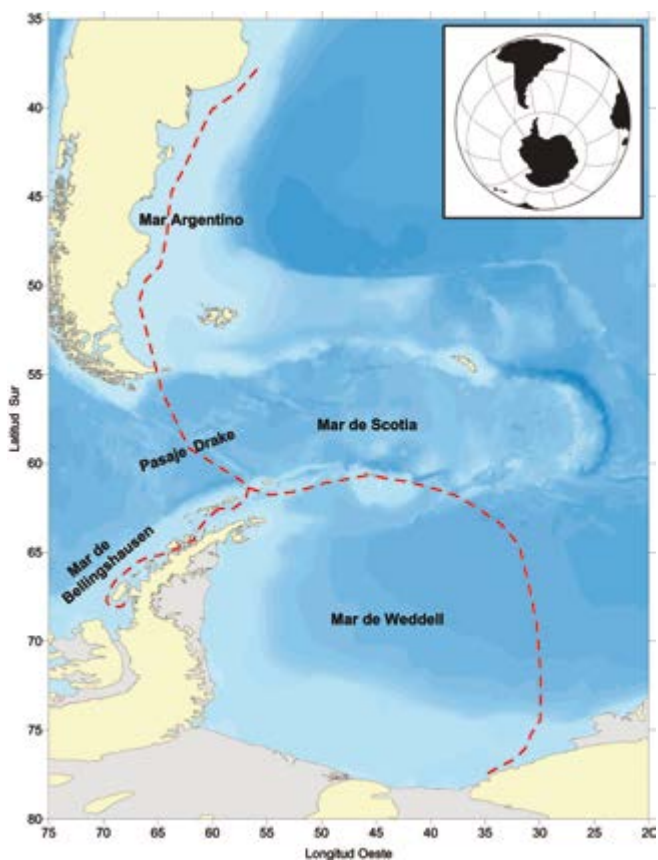


Figura 6. Esquema representativo de la derrota del rompehielos “Alte. Irizar” durante las Campañas Antárticas de Verano 2000-2005, contempladas en el Proyecto “ARGAU”.

Anexo

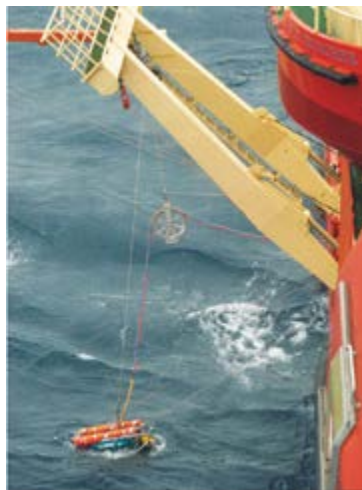
Anexo A



*a. Distintos ambientes de muestreo en el marco del proyecto
“Flora Criptogámica de Tierra del Fuego”.*

Fotos J. M. Guerrero

Anexo B



b. Maniobras de muestreo usando un vehículo submarino operado a control remoto (ROV). Proyecto “Free-drifting icebergs as proliferating dispersion sites of iron enrichment, organic carbon production and export in the Southern Ocean”.

Fotos A. O. Cefarelli

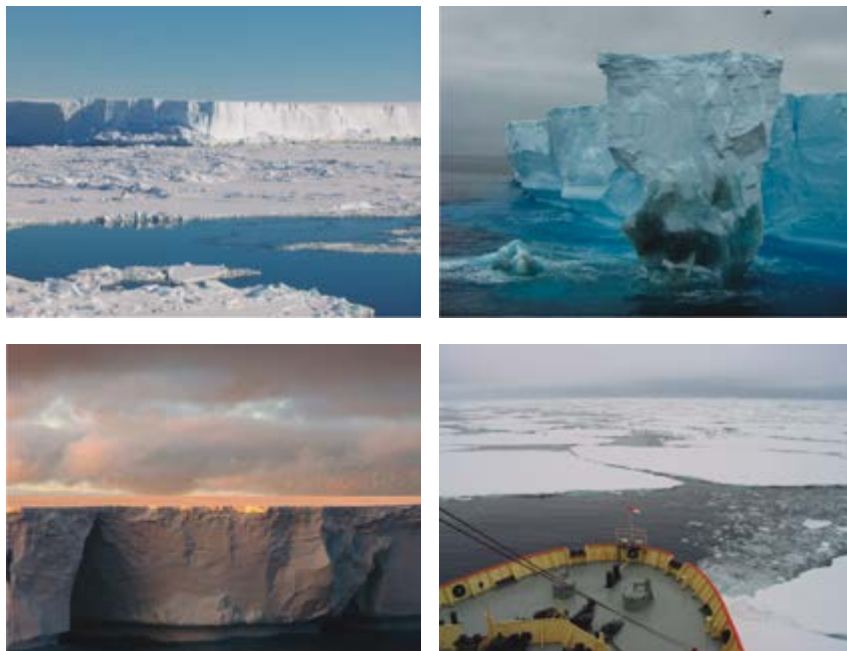
Anexo C



c. Rompehielos Alto Irizar, laboratorio oceanográfico y recolección de muestras cualitativas durante el Proyecto “ARGAU”.

Fotos G. O. Almandoz

Anexo D



d. *Vista general de aéreas de muestreo correspondientes
a los proyectos antárticos.*

Fotos G. O. Almandoz y A. O. Cefarelli